Jl$\frac{3}{=}$ 3293$\frac{1}{=}$

<36602399400011

<36602399400011

Bayer. Staatsbibliothek

Zool 163

Hist. nat.
Regnum animale. Opp. var. regn.
animale illustr. 238.

~~Zool. No. 238.~~

# Felix Fontana's
# Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Körper

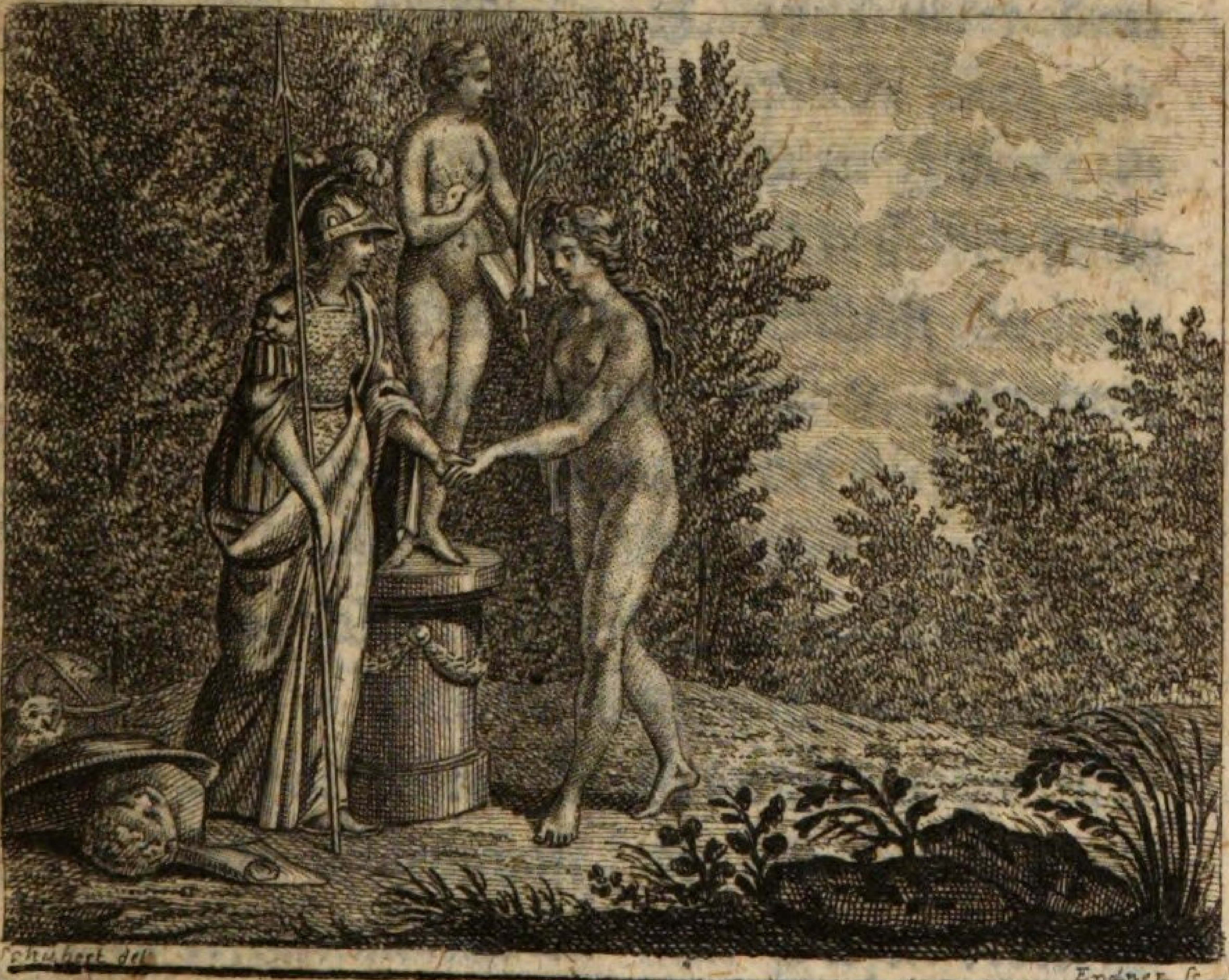
Aus dem Italiänischen
nebst einem Auszug aus dessen französischen Werke
über das

## Vipergift

und einigen eigenen physiologischen Aufsäzen

von
D. E. B. G. Hebenstreit
außerord. Professor der Arzneikunde in Leipzig.

Mit einem Kupfer.



Schubert del. Endner sc.

Leipzig,
in der Weygandschen Buchhandlung, 1785.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

# Vorerinnerung
## des
## deutschen Herausgebers.

Das Werk, welches ich hier übersezt liefere, wurde im J. 1775 unter dem Titel Ricerche filosofiche sopra la fisica animale di Felice Fontana zu Florenz in 4. gedrukt. Den ersten Theil desselben hatte Fontana vorher in seiner Schrift de legibus irritabilitatis Lucca 1763. 8. besonders herausgegeben. Niemand, der diese Versuche liest, wird ihrem Verfasser einen hohen Grad von Wahrheitsliebe, Scharfsinn, philosophischem Beobachtungsgeist und unermüdeter Beharrlichkeit in Erforschung der Natur (einer Eigenschaft, die sich so selten mit jenen erstgenannten in einer Person vereinigt

findet) absprechen können — es würde also unnöthig seyn, wenn ich hier die alltägliche Vorrednerrolle spielen und mich auf eine weitläuftige Anpreisung dieses Buchs einlassen wollte, zumal da eine solche Lobrede auf ein übersezte brauchbares Buch immer das Ansehen hat, als möchte sich der Uebersetzer gern auch einen Theil davon zueignen.

Die Auszüge aus dem Werke sur le venin de la vipere werden den Lesern, wie ich glaube, keine ganz unangenehme Beilage seyn. Ich habe mich bemüht, die Resultate der Versuche, welche man im ersten und zweiten Theil des Originals und in den Supplements oft ganz von einander abgesondert findet, und so an verschiednen Stellen zusammensuchen muß, in einer bequemen Ordnung, und unter gewissen Hauptgesichtspunkten vereinigt, vorzutragen.

Das einzige also in diesem Buche, wobei ich mir den Beifall der Leser mehr wünschen als mit Gewißheit versprechen darf, sind meine eignen Aufsätze. Bei der Uebersetzung wurde ich hier und da auf verschiedne Zweifel geleitet, die ich anfangs in Anmerkungen unter dem Texte aus einander setzen

wollte, aber, als die Anzahl der leztern zu gros wurde, lieber im Zusammenhange vorzutragen mich entschloß. Mein Name ist im Reiche der Litteratur noch wenig bekannt, und ich würde daher vielleicht, wie ich gestehen muß, meine Aufsäze, besonders die beiden ersten, ganz unterdrükt haben, wenn nicht die Meinungen, welche ich in selbigen bezweifle, schon vor mir von verschiednen — obgleich nicht durchgängig mit denselbigen Gründen — bestritten worden wären.

Es ist mit unsern Theorien, wie mit unsern sinnlichen Wahrnehmungen. Die Idee, welche eine Gestalt, ein Schall u. s. w. in der Seele hervorbringt, ist wohl nicht bei zween Menschen ganz die nämliche, und so können wir auch sagen, daß allgemeine Begriffe und Urtheile, würden sie auch durch einerlei Worte und in dem nämlichen Zusammenhange ausgedrükt, nie in der Vorstellungskraft zweier Menschen sich völlig gleich sind. Abstrahiren wir also von unsrer Eigenliebe, so kann wohl nichts gleichgültiger, nichts weniger befremdend seyn, als die Verschiedenheit in wissenschaftlichen Meinungen, die uns nun schon so lange als die Welt steht, überzeugt, daß die große Frage, was ist Wahr-

heit? noch nicht entschieden ist, auch wohl nie entschieden werden möchte.

Ich traue mir wenig Ueberredungskunst zu, aber von Ueberredungstrieb spreche ich mich nicht frei, habe mich auch vielleicht diesem allgemeinen Triebe hin und wieder in meinen Aufsätzen zu sehr überlassen. Er ist eine Folge der Selbstliebe, ich weis es — wer wollte sich aber auch dieses ersten Grundtriebes der menschlichen Natur schämen? Ich werde ihn selbst dann befriedigen, wenn man mich, wie leicht möglich ist, überzeugen sollte, daß meine Zweifel ohne Grund wären; denn ist das Geständniß, daß man unrecht gehabt habe, etwas anders, als das Geständniß, daß man jezt weiser als vorher sei?

Ernst Hebenstreit.

Leipzig
in der Ostermesse.
1785.

# Inhalt
## des ersten Theils

### Erstes Hauptstück.

Erstes Grundgesetz der thierischen Natur. Jede Zusammenziehung der Muskelfaser fordert einen neuen Reiz, der ihre Reizbarkeit von neuem thätig macht.


§. 1. Neuheit und Nutzen dieses Grundgesetzes, und Schwierigkeiten, so sich bei selbigem finden. S. 3
= 2. Beschaffenheit der hieher gehörigen Untersuchungen 5
= 3. Die Schwingungen elastischer Körper scheinen diesem Gesetze entgegen zu stehen. 5
= 4. Bewegungsgründe, welche den Verfasser vermocht haben, sich für dieses Gesetz zu erklären. 6
= 5. Die Thatäußerung der Reizbarkeit mangelt, wenn der Muskel erschlaft ist 6
6. Bei alten und großen Thieren erfolgt auf eine einzelne Reizung blos eine Zusammenziehung. 7
= 7. Der Muskel bleibt nicht immer im Zustande der Zusammenziehung. 7
= 8. Die Elastizität der Fasern des verkürzten Muskels wirkt in einer der Reizbarkeit entgegengesezten Richtung. 8
= 9. In einigen Thieren zieht sich der gereizte Muskel nicht sogleich zusammen. 8
= 10. Die Körper nehmen überhaupt nie eine ihrer anfänglichen Bewegung entgegengesezte Richtung, so lange die ihnen zuvor mitgetheilte Kraft nicht erschöpft ist. 9
= 11. Ohne jenes Grundgesez der thierischen Natur würden Bewegungen entstehen, welche dem Thiere verderblich wären. 11
= 12. Die Elastizität ist demselben eher günstig als zuwider. 12

§ 13. Beantwortung des Einwurfs, daß das Herz für sich selbst nach langer Ruhe seine gewöhnliche zusammenziehende Bewegung wieder beginne. 16
§ 14. Beantwortung des Einwurfs, daß der Muskel erschlaft, wenn gleich die Reizung fortdauert. 18
15. Versuche, welche beweisen, daß der Muskel sich nicht mehr bewege, so bald als die Reizung aufhört. 22

## Zweites Hauptstük.

Zweites Grundgesetz. Die Reizbarkeit ist nicht immer vorhanden, sondern wird erst nach einer gewissen Zeitraum, und nach Verhältniß der Art und des Zustandes der Muskelfasern wieder erneuert.

§. 1. Das Herz fängt nach langer Ruhe von freien Stücken an sich wieder zu bewegen. 23
§ 2. Das Herz kann zuweilen durch keinen Reiz in Bewegung gebracht werden, und fängt doch nachher von freien Stücken wieder an sich zu bewegen. 24
§ 3. Die Geschwindigkeit der Bewegung des Herzens ist nicht in allen Thieren dieselbige. 24
§ 4. Im Eichhorn zieht sich das Herz mehr als 500 mal in einer Minute zusammen. — Wie man diese Anzahl der Pulse bestimmen könne. 25
§ 5. Die Vorkammern im Herzen des toden Thieres ziehen sich oft vielmal zusammen, ehe sich das Herz nur einmal zusammenzieht. 26
§ 6 ‒ 10. Bestätigung des oben angeführten zweiten Grundgesetzes, durch die im ersten bis fünften Abschnitt angezeigten Erfahrungen. 26 ‒ 30
§ 11. Wovon die verschiedne Geschwindigkeit der Bewegung des Herzens in verschiednen Thieren herrühre. 31
§ 12. 13. Warum zusammengezogne Muskeln sich wieder ausdehnen. 32
§ 14. Vermuthung, daß die Reizbarkeit zusammengezogner Muskeln bei verschiednen Thieren in verschiednen Zeiträumen aufhöre. Bestätigung des Unterschieds zwischen dem schnellen und häufigen Pulse. 33

## Drittes Hauptstük.

**Drittes Grundgesetz.** Ein Muskel, welcher lange Zeit im Zustand der Zusammenziehung bleibt, verliert seine Reizbarkeit.


§. 1. Die Zusammenziehung der Muskeln der äußern Theile muß mit Erschlaffung abwechseln. 35
= 2. Thiere, welche sich in unbequemen Stellungen lange Zeit befunden haben, verlieren das Vermögen sich zu bewegen. 35
= 3. Frösche, deren Muskeln man durch die Elektrizität zur Zusammenziehung gereizt hat, bewegen sich nur mit vieler Mühe. 35
= 4. Eben das erfolgt, wenn man die Nerven des Zwerchfells oder das Rükmark reizt. 36
= 5. 6. Anwendung dieser Erfahrungen auf das dritte Grundgesetz. 37
= 7. Die Erschlaffung, welche durch einen Schmerz in den zusammengezognen Muskeln entsteht, kann dieses Gesetz nicht widerlegen. 37
= 8. Ursachen des Schmerzes in zusammengezognen Muskeln. 38
= 9. Die Erschlaffung des zusammengezognen Muskels erfolgt wegen mangelnder Reizbarkeit. 39
= 10. Doch können auch zuweilen andre Ursachen mit wirken. 40
§. 11. Plözlich erlangte Kräfte müssen nicht immer von einem innerlichen thierischen Reize herkommen. 41
= 12. Bei der Bewegung weniger Muskeln findet kein Verlust des Nervensafts statt. 41
= 13. Muskeln, welche sich ohne Aufhören bewegen, können zum Beweis dienen, daß die Erschlaffung zusammengezogner Muskeln nicht von Mangel an Lebensgeistern abhänge. 42
= 14. Der Verlust der Muskelbewegung entspringt aus dem Verluste der Reizbarkeit. 42
= 15. Es giebt Lähmungen und Arten der Schwäche, die nicht von Mangel an Nervensaft herrühren. 43
= 16. Zuckungen, welche aus aufgehobnem Gleichgewicht der Muskelkräfte entstehen. 44
= 17. Beantwortung einer wichtigen Frage über den Einfluß der Nerven auf die Bewegung. 46

§. 18. 19. Erklärung der wurmförmigen Bewegung der Därme, und warum selbige nach dem Tode zunehme.

## Viertes Hauptstück.

Viertes Grundgesetz. Muskeln, welche lange Zeit ausgedehnt, oder zusammengedrükt gewesen, verlieren ihre Reizbarkeit.

§. 1. Die Harnblase verliert ihre Reizbarkeit, wenn sie lange Zeit ausgedehnt ist. 52
= 2. Eben dieses geschieht unter gleichen Umständen bei den Vorkammern des Herzens, und den Herzhölen. 53
= 3. So wie auch bei den Därmen. 53
= 4. In zusammengepreßter Luft hört das Herz auf sich zu bewegen. 54
= 5. Das vierte Grundgesetz wird durch diese Erfahrungen bestätiget. 54
= 6. Erklärung der Lähmung der Harnblase und einiger andern Krankheiten. 55
= 7. Warum die Windsucht eine Lähmung der Därme verursache. 56
= 8. Kaltes Wasser benimmt den Muskeln ihre Reizbarkeit. So auch allzuheißes Wasser. 58

## Fünftes Hauptstück.

Fünftes Grundgesetz. Muskeln, so lange Zeit erschlaft gewesen, verlieren ihre Reizbarkeit.

§. Leute, so lange Zeit bettlägrig sind, verlieren den Gebrauch ihrer Glieder. 59
= 2. Gebundne Glieder verlieren nach einiger Zeit ihre Beweglichkeit, und Mangel an freier Bewegung verursacht hinterdrein eine Erschwerung der Bewegung. 59
= 3. Das fünfte Grundgesetz ist auch ohne Rüksicht auf die Wirkung des Nervensafts erweislich. 60
= 4. Vermuthung, das einige Muskeln deswegen nicht beweglich sind, wei sie wegen Mangel an Uebung wenig oder gar keine Reizbarkeit haben. 61

§. 5. Warum nach dem Schlafe die freie Bewegung der Muskeln nicht wohl geschehen kann. 61

---

# Inhalt des zweiten Theils.

## Erstes Hauptstück.

§. 1. Fruchtbarer Einfluß der bisher erklärten Grundgesetze auf die Erkenntniß der thierischen Haushaltung. 63
= 2. Von der Ursache der Bewegung des Herzens. — Geschichte der Meinungen hierüber, vor Hallern. 64
= 3. Hallers System über die Muskelbewegung und die abwechselnden Bewegungen des Herzens. 64
= 4. Hallers Anhänger schließen den Einfluß der Nervenkraft keinesweges von der Bewegung des Herzens aus. 65
= 5. Beweis, daß der Nervensaft nie die wirkende nächste Ursache der Muskelbewegung sei. 66
= 6. Drei Gründe, welche dieses darthun. 66
= 7. Der Nervensaft ist in stärkerer Bewegung, wenn der Muskel zusammengezogen ist, als zu der Zeit, da er sich zusammenzog. 57
= 8. Bedekte Muskeln bewegen sich nicht, wenn man sie schlägt. 69
= 9. Der Nervensaft befindet sich in einem erschlaften Muskel in starker Bewegung. 70
= 10. Diese Beweise sind der Meinung des Verfassers nicht entgegen. 72
= 11. Die Muskeln behalten ihre Reizbarkeit, wenn die Nerven gleich längst zerschnitten sind. 74

## Zweites Hauptstück.

§. 1. Der Nervensaft ist nicht die wirkende Ursache der Bewegung des Herzens. 75
= 13. Die Analogie beweist nichts hiegegen. 75
= 14. Der Nervensaft kann nicht die wirkende Ursache der Bewegung des Herzens seyn, weil es

sich nicht zusammenzieht, wenn man seine Nerven reizt. 76
§ 15. Ist das Blut aus einer von den Herzhölen ausgeleert, so bewegt sich selbige nicht mehr. 77
16. Es ist ungegründet, daß die Bewegung des Herzens aufhöre, wenn man seine Nerven unterbindet. 78
§ 17. Die Bewegung des Herzens ist unwillkührlich, ausgenommen im Räderthierchen 79
§ 18. Dies Thier kann jedoch wohl das Herz nicht eben so wie andre Muskeln bewegen. 80
§ 19. Die Bewegung des Herzens im Räderthierchen hängt von dem durch eine Flüßigkeit hervorgebrachten Reize ab. 81

## Drittes Hauptstück.

§ 20. Frage, ob sich die Hölen des Herzens bei der Zusammenziehung desselben ausleeren? 83
§ 21. Man hat eingewendet, daß, wenn Blut in den Herzhölen bliebe, selbige nicht erschlaffen könnten. 83
§ 22. Gründe, mit welchen man hat beweisen wollen, daß sich die Herzhölen nicht ganz ihres Blutes entledigen. 84
§ 23. Die Klappen der Schlagadern, welche die in selbige aufgenommene Blutsäule vom Herzen abscheiden, können jener Meinung einigen Schein geben. 85
§ 24. Versuche, welche den leeren Raum zwischen den Klappen und dem Herzen widerlegen. 84
§ 25. Physischer Grund gegen selbigen. 86
§ 26. Widersprüche, so daraus folgen würden. 87
§ 27. Das Blut kehrt gegen das Herz zurük, vermöge des Druks der Schlagadern, die sich zusammenziehen. 87
§ 28. Versuche, welche beweisen, daß durch eine über den Klappen gemachte Oefnung, ehe sie sich schließen, Flüßigkeit durchgehe. 90
§ 28. Die Klappen in den beiden großen Schlagaderstämmen am Herzen, sind bestimmt, die Blutsäule der Schlagadern aufzuhalten und zu tragen, die Erschlaffung der Herzhölen zu

verhindern, und den freien Trieb des Bluts nach den äußern Theilen zu befördern. 92
§ 29. Neuentdekte Bestimmung der Kranzschlagadern in Rüksicht auf ihre Lage. 93

## Viertes Hauptstück.

§. 30. Die Frage, ob das Blut in die Herzhölen zurükkehre oder nicht, hat auf die Wahrheit des Hallerschen Systems keinen Einfluß. 95
§ 31. Es bleibt daher die Frage unentschieden, ob sich die Herzhölen wirklich alles ihres Blutes entledigen. 96
§ 32. Gründe und Erfahrungen, welche es wahrscheinlich machen, daß sich das Herz nicht alles Blutes entledige. 98
§ 33. Noch andre Versuche, welche das nämliche beweisen. 99
§ 34. Von kaltblütigen Thieren läßt sich hier nicht auf warmblütige schließen. 99
§ 35. Bei einigen Thieren wird in der Zusammenziehung des Herzens die Spitze desselben von dem breiten Theile entfernt. 100
§ 36. Beweis, daß sich einige Schriftsteller hierin geirrt haben. 101
§ 37. Die Herzhölen werden von dem Blute der Lungen, der beiden großen Schlagadern, und dem wenigen Blute, das in ihnen selbst zurükgeblieben ist, angefüllt. 103
§ 38. Weil immer Blut in den Herzhölen enthalten ist, so sollte das Herz immer zusammengezogen bleiben. 104
§ 39. Es entsteht hier eine neue Schwierigkeit, weil es Fälle giebt, wo die Wirkung des Reizes aufs Herz zunimmt. 105
§ 40. Einige ungegründete Erklärungen, so man hierin gegeben hat. 107
§ 41. Diese Schwierigkeit läßt sich nach den oben angeführten Grundgesetzen auflösen. 108
§ 42. Der Mangel an Blute ist nicht die Ursache der Erschlaffung des Herzens. 109
§ 43 Die Muskeln sind jedoch keineswegs der Reizbarkeit ganz beraubt. 110

## Fünftes Hauptstück.


§. 44. Meinungen über die Frage, warum das Herz reizbarer als andre Muskeln sei? 111
= 45. Fortsetzung. 112
= 46. Die Unzulänglichkeit dieser Erklärungsarten wird erwiesen. 113
= 47. Wiederlegung der Meinung des Fantoni. 114
= 48. So wie auch derjenigen, welche schneckenförmig gewundne Fasern im Herzen annehmen. 115
= 49. Robert Whytts Erklärung und ihre Mängel. 116
= 50. Hallers Meinung. 117
= 51. Muthmaßungen gegen die Richtigkeit derselben. 118
= 52. Man hat den Ausdruck: Reizbarkeit, irrig angewendet. 120
= 53. Man hat die Begriffe: mehr reizbar, und mehr gereizt, mit einander verwechselt. 122
= 54. Es sind neue Versuche nöthig, um die mehr und minder reizbaren Theile genau zu bestimmen. 124
= 55. Die Muskeln bewegen sich mehr oder weniger, je nachdem die Umstände mehr oder minder der Bewegung günstig sind. 125
= 56. Es ist noch nicht gewiß, ob die innern Theile des Herzens die reizbarsten sind. 127
= 57. Das Herz ist nicht reizbarer als andre Muskeln. 128


## Sechstes Hauptstück.


§. 58. Warum das Herz nie in seiner Bewegung ermüde. 129
= 59. Es hat hier nichts vor vielen andern Muskeln voraus. 130
= 60. Es ermüdet nicht, weil seine Zusammenziehungen weder sehr stark, noch von langer Dauer sind. 131
= 61. Der Schmerz, welcher die Bewegungen der Muskeln begleitet, ist zuweilen von der aus anhaltender Bewegung entstehenden Schwäche verschieden. 132
= 62. Diese Schwäche rührt nicht von Mangel an Nervensaft her. 133

## Siebentes Hauptstück.


§. 63. Ob der Muskel durch den Einfluß der Seele oder durch äußerliche Reize mehr gereizt werde. 135
= 64. Um das Blut von den Ursachen der Muskelbewegung auszuschließen, ist es nicht hinlänglich zu sagen, daß selbiges zum natürlichen Zustande des Muskels gehöre. 136
= 65. Wie viel Kraft dazu gehöre, einen Nerven so zusammenzudrücken, daß der Muskel, zu welchem er geht, paralytisch werde. 137
= 66. Hypothesen, welche durch diese Erfahrungen widerlegt werden. 138
= 67. Misbräuche, deren sich verschiedne Aerzte bei der Erklärung einiger Krankheiten schuldig gemacht haben. 140
= 68. Der Nerve kann bis zur Zerstörung seines Gewebes zusammengedrükt, und so gar in viele Stücke zerschnitten werden, ohne daß sich die Muskeln, in welche er sich verbreitet, auch nur im geringsten bewegen. 141
= 69. Erklärung, warum ein Muskel, solange das Thier lebt, ein großes Gewicht ohne zu zerreissen tragen könne, und dieses nach dem Tode des Thieres zu leisten nicht vermögend sei. 143
= 70. Es geschieht dieses nicht wegen einer größern Annäherung der zusammengezognen Fasern gegen einander. 144
= 71. Auch nicht wegen der zunehmenden Dicke des zusammengezognen Muskels, sondern weil der Muskel in der Zusammenziehung eine neue Kraft erhält, die er zuvor nicht hatte. 145


## Achtes Hauptstück.


§. 72. Ueber die nächste Ursache des Todes solcher Thiere, so durch die Elektrizität getödet werden. 147
= 73. Mephitische und verdorbne Luft tödet ebenfalls durch Entziehung der Reizbarkeit 147
= 74. Hieraus folgt, daß der Bliz nicht auf eben die Art, wie andre äußerliche und mechanische Ursachen töde. 148

§. 75. Erfahrungen, welche beweisen, daß der Blitz die Muskeln ihrer Reizbarkeit beraube. 150
§. 76. Hieraus läßt sich leicht erklären, warum Thiere, die vom Blitz getroffen werden, so schnell sterben, und warum ihre Muskeln ganz unbeweglich bleiben. 151
§. 77. Welche Veränderungen der Blitz in den Muskeln hervorbringe, indem er sie ihrer Reizbarkeit beraubt. 152

## Auszüge aus Fontana's Werk über das Vipergift und einige andre Gifte.

Resultate der Versuche. 155
I. II. Ueber die Ursache des Todes bei Thieren, die von Vipern gebissen worden. 169
III. Ueber die Nerven und den Zustand derselben in Krankheiten. 221
IV. Ueber die Wirkungen des Mohnsafts. 237

## Physiologische Aufsätze des teutschen Herausgebers.

I. Prüfung der vornehmsten Beweise für die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft. 265
II. Ueber die wirkende Ursache der Bewegung des Herzens. 311
III. Etwas über die Frage, ob sich das Herz bei jeder Zusammenziehung ganz ausleere. 328

Beobachtungen und Versuche

über die

# Natur des thierischen Körpers.

---

# Erster Theil.

## Von den Gesetzen der Reizbarkeit.

### Erstes Hauptstück.

Erstes Grundgesetz. Zu jeder neuen Zusammenziehung der Muskelfaser wird ein neuer Reiz erfordert, der die Reizbarkeit derselben erregt.

§. 1.

Hallers Erfahrungen über die Reizbarkeit belehren uns, daß sich die Muskelfaser, wenn sie gereizt wird, vermöge einer ihr eigenthümlichen Kraft, die man für angeboren hält, zusammenziehe. Noch niemand hat indessen die Gesezze, den Ursprung, die Wirksamkeit und die Beschaffenheit dieser Zusammenziehung anzugeben versucht, niemand die Gränzen derselben bezeichnet, in so

fern selbige durch den Bau der Muskelfaser, durch die Umstände, und durch die Wirksamkeit des Reizes bestimmt werden. Eben so wenig hat man noch die Zahl der Zusammenziehungen bestimmt, welche in einer gegebenen Muskelfaser von einem bestimmten Reize hervorgebracht werden; auch hat man gar nicht an die Möglichkeit gedacht, daß die Muskelfaser auf einige Zeit ihre Reizbarkeit verlieren könne. Alle diese und noch mehrere bis jezt verborgne Eigenschaften der Muskelfaser werde ich in gegenwärtiger Schrift untersuchen, und mich bemühen, die hieher gehörigen Naturgesetze zu bestimmen. Ohne diese Bestimmungen würde die so wichtige Entdeckung der Reizbarkeit nur von geringem Nutzen in der Naturlehre des thierischen Körpers seyn. Die Erfahrung, daß die Luft elastisch ist, daß sich die Körper einander wechselseitig anziehen, würde von weniger Bedeutung seyn, wenn uns die Gesetze der anziehenden Kraft und der Elastizität unbekant wären, die uns jezt, da wir sie erkant haben, eine Menge der auffallendsten Erscheinungen, die wir ehedem nicht zu erklären wusten, deutlich machen. Eben so ist es auch hier, und ich glaube gewiß, daß uns die Erkenntniß der Gesetze, nach welcher die Bewegungen der Muskelfaser erfolgen, die wichtigsten Aufschlüsse über viele Gegenstände der theoretischen Heilwissenschaft geben kan.

§. 2. Ist die Reizbarkeit der Muskelfaser eine Eigenschaft, welche für sich allein, und als einzige Ursache bewirken kann, daß sich der einmal gereizte Muskel zu wiederholten malen nach einander zusammenziehe, so daß alle auf einander folgende Zusammenziehungen für Wirkungen eines einzigen Reizes gelten können? Oder wird zu jeder Zusammenziehung ein neuer Reiz erfordert, ohne welchen der Muskel erschlaft und unthätig bleiben würde?

§. 3. Ich glaubte eine solche Aehnlichkeit zwischen der Elastizität und der Reizbarkeit der Muskelfaser wahrzunehmen, daß, gleich wie das Zittern und alle Schwingungen elastischer Körper von der einzigen Erschütterung, wodurch sie erregt werden, herrühren, so auch die auf einander folgenden Zusammenziehungen des Muskels insgesamt Wirkungen ihrer ersten Reizbarkeit, und durch den zuerst angebrachten Reiz veranlaßt seyn müsten. Denn, wenn vermöge der Elastizität die einmal mitgetheilte Bewegung fortgesezt werden kann, warum sollte es nicht auch wahrscheinlich seyn, daß die einmal erregte Reizbarkeit wiederholte Zusammenziehungen bewirken könte?

Ich habe mich hierüber bei den einsichtsvollsten Gelehrten Raths erholt; und alle waren der Meinung, daß die successiven Zusammenziehungen der Muskeln eine Wirkung oder vielmehr eine nothwendige Folge desjenigen Reizes wären, der die

Reizbarkeit des Muskels zuerst erregt. Eben das scheinen auch fast alle Anhänger des Hallerschen Systems zu glauben.

§. 4. Aller Schwierigkeiten ohngeachtet, die ich in der Folge bei dieser Meinung fand, blieb ich ihr doch, aus Achtung für ihre Vertheidiger lange Zeit getreu, bis ich endlich durch reiferes Nachdenken und eine lange Reihe von Versuchen und Erfahrungen, auf die fast zur Gewisheit erhobne Muthmasung geleitet wurde, daß die auf einander folgenden Zusammenziehungen der Muskeln keinesweges die Wirkung eines einzigen Reizes seyn könten, sondern zu jeder Zusammenziehung ein neuer Reiz erforderlich seyn müsse, der die Reizbarkeit des Muskels aufs neue errege.

§. 5. Es ist eine bekante Wahrheit, daß eine körperliche Wirkung nicht aufhören kann, ohne daß zugleich die sie hervorbringenden Ursachen wegfallen solten. Nun weis man aber, daß die Wirkung der Reizbarkeit, die Zusammenziehung des Muskels ist, und daß leztere sogleich aufhört, wenn der Muskel erschlaft, und in seinen natürlichen ruhigen Zustand zurückkehrt. Es ist daher auch wahrscheinlich, daß die thätige Kraft (l'azione) der Reizbarkeit nicht mehr vorhanden, sondern ganz erloschen seyn müsse, sobald die Wirkung derselben, nämlich die Zusammenziehung des Muskels aufhört, — daß also in dem Zeitpunkt, wo der Muskel zu seinem uranfäng=

lichen Zustande der Ruhe zurükkehrt, die erregende Ursach der Zusammenziehung ganz vernichtet sei, und wiederum hergestellt werde, wenn sich der Muskel von neuem zusammenzieht; und daß mithin, wenn eine neue Zusammenziehung erfolgt, die Gegenwart eines neuen Reizes zu vermuthen sei, welcher die erloschne Thätigkeit der Reizbarkeit wieder errege.

§. 6. Bei Ochsen, Hunden und vielen andern schon alten Thieren habe ich beständig gesehen, daß das Herz den Augenblick, nachdem es sich, durch einen künstlichen Reiz gezwungen, ausgeleert hat, still steht, und seine Bewegungen nicht weiter fortsezt. Immer sah ich, daß ein einziger Reiz nicht mehr als eine Zusammenziehung bewirkte. Dieses würde nicht geschehen, wenn die fortgesezten Zusammenziehungen des Muskels die Wirkung der einmal erregtrn Reizbarkeit wären; denn alsdann würde der Muskel fortfahren sich zu bewegen, so wie elastische Körper ihre Schwingungen wiederholen.

§. 7. Diese Kraft, mit welcher sich der Muskel zusammenzieht, wird am Ende durch den Widerstand, den die Muskelfasern der Zusammenziehung entgegensetzen, vermindert, oder gar aufgehoben; sonst würde sich der Muskel immer mehr verkürzen, und nicht wieder in seinen ersten Zustand zurückkommen, wenn die Reizbarkeit fortführe, so thätig

als Anfangs zu seyn. Wenn daher die zusammenziehende Kraft des Muskels sich in einer Zusammenziehung desselben erschöpft, so muß offenbar ein neuer Reiz auf die Muskelfaser wirken, wenn sie sich aufs neue zusammenziehen soll, und so wird also zu wiederholten Zusammenziehungen auch nothwendig eine Wiederholung und Erneuerung des Reizes nöthig seyn.

§. 8. Der Muskel zieht sich zusammen vermöge der Reizbarkeit seiner Fasern, und erschlaft vermöge ihrer Elastizität. Diese beiden gegen einander streitenden Kräfte, wirken in entgegengesezter Richtung und müssen sich also wechselseitig aufheben. Daher muß man schließen, daß die schon in der Zusammenziehung des Muskels erschöpfte und nach der Erschlaffung unthätige Kraft der Reizbarkeit, ohne einen neuen Reiz ihre Wirkung auf den Muskel nicht wieder beginnen kann, wenn man nicht annehmen will, daß die Reizbarkeit in abwechselnden Zeitpunkten und ohne eine neue erregende Ursache sich äussern könne. Eine solche Behauptung aber würde ganz beweislos und allen gesunden philosophischen Begriffen zuwider seyn.

§. 9. Bei den meisten lebendigen Thieren, deren Brusthöle man geöfnet hat, ingleichen bei allen, die einen großen Blutverlust erlitten haben, oder seit kurzem gestorben sind, zieht sich das Herz

nicht gleich nach der Erschlaffung plötzlich wieder zusammen, obgleich immer venöses Blut in ihren Herzhölen übrig ist, welches selbige zur Zusammenziehung reizen könnte. Man braucht nur das Herz bei Aalen, Schildkröten oder Schnecken zu beobachten: es ist oft einige Minuten lang schlaff und unbeweglich, ob gleich die Herzhölen mit Blut angefüllt sind. Das Herz bleibt also bei diesen Thieren diese ganze Zeit über ohne alle Bewegung, und alle seine Fasern sind erschlaft, kurz es befindet sich in seinem natürlichen ruhigen Zustande. Die Reizbarkeit bleibt in diesem ganzen Zeitraume unthätig, wirkt nicht auf die Muskelfasern, und giebt ihre Gegenwart auch nicht durch die geringste Aenderung zu erkennen. Die Reizbarkeit ist also keine stetige Kraft (continoua) und der Muskel kann sich nicht zusammenziehen, wenn nicht eine neue Ursache die schon verlorne Reizbarkeit wieder erweckt.

§. 10. Der Begrif, den wir uns von den bewegenden Kräften der Körper und ihrer Wirkungsart gebildet haben, beweist unwidersprechlich, daß die Vergleichung der Reizbarkeit mit der Elastizität nicht statt haben könne. Körper, welche in einer gewissen Richtung fortgetrieben werden, weichen nie von selbiger ab, hören auch nicht auf sich zu bewegen, noch weniger aber bewegen sie sich rückwärts, wofern nicht die Kraft, welche ihre an=

fängliche Bewegung bestimmte, durch eine andre Ursache aufgehoben, oder ihre Richtung zu verändern genöthigt wird. Körper, welche gerade aufwärts geworfen werden, fallen nicht eher senkrecht wieder herab, als bis ihre Schwerkraft die aufwärts bewegende Kraft überwunden und vernichtet hat. Eben dieses geschieht bei Penduln, und allen andern schwingenden Körpern. Jene ursprüngliche Kraft der Materie, welche man die Kraft der Trägheit nennt, strebt in allen Körpern nach Erhaltung ihres jedesmaligen Zustandes, derselbe mag nun Ruhe oder Bewegung seyn. — Nun setze man den Fall, daß die Reizbarkeit der Muskelfaser durch irgend einen Reiz erregt werde; so wird sich der Muskel alsbald verkürzen, und seine ganze Kraft auf die Annäherung seiner Endpunkte gegen einander verwenden. Vermöge der Kraft der Trägheit aber wird er, wenn er einmal zusammengezogen ist, nicht wieder erschlaffen, d. i. sich nicht in einer der ersten Bewegung ganz entgegengesezten Richtung bewegen können, wenn nicht die Wirkung der Reizbarkeit, die durch den Reiz erregte zusammenziehende Kraft, gänzlich zerstört und erschöpft ist. Nun aber wird der Muskel nach der Zusammenziehung gleich wieder schlaff; es muß demnach seine Kraft ganz aufgehoben, und die durch den ersten Reiz erregte Reizbarkeit ganz erschöpft seyn. Er zieht sich aber nach der Erschlaffung von neuem zu-

sammen; es ist also gewiß, daß ein neuer Reiz die vorhin vernichtete Reizbarkeit wieder erregt hat.

§. 11. Man mag nun die Zusammenziehung des Muskels selbst erklären wie man wolle, so wird man sich doch leicht überzeugen können, daß zu jeder Zusammenziehung des Muskels eine neue Ursache, welche selbige hervorbringt, nöthig sei, wenn man bedenkt, daß zu einer solchen Bewegung des Muskels allezeit, entweder ein häufigerer oder ein geschwinderer Zufluß des Nervensafts zum Muskel, oder beides zugleich — kurz eine stärkere Einwirkung der Lebensgeister auf die Muskelfaser erforderlich sei. Diese Einwirkung nimmt nach und nach ab, und hört endlich ganz auf, wenn der Nervensaft wieder zu seiner natürlichen und anfänglichen Bewegung zurückkehrt. Alsdann erschlaft der Muskel allmälig, und wird wieder in seinen anfänglichen Zustand versezt. — Wir sehen täglich unzählige Bewegungen in der thierischen Maschine vorgehen, jezt einen Theil und bald drauf wieder einen andern sich bewegen, Muskeln sich verkürzen, und dann wieder schlaf werden, u. s. w. Unser Wille bringt diese Bewegungen hervor, auf seinen Wink zieht sich jezt dieser, jezt jener Muskel zusammen, und erschlaft wieder, wenn der Endzweck der Bewegung erreicht ist, und wir den Muskel sich selbst und seiner natürlichen Ruhe überlassen. Wären die abwechselnden Bewegungen, des Muskels

eine nach mechanischen Gesetzen nothwendig erfolgende Wirkung des ersten Reizes, so wie die Schwingungen elastischer Körper die Folgen der ersten mitgetheilten Bewegung sind, — wie könnte denn unser Wille die körperlichen Bewegungen nach Gefallen anordnen und einschränken? Würden wir nicht dann, wenn wir zum Beispiel den Kopf neigen, selbigen ganz mechanisch bald auf bald nieder bewegen, würden wir nicht, wenn wir die Hand schließen wollten, sie wider unsern Willen abwechselnd wieder öfnen und zusammendrücken müssen? und würden wir wohl, wenn wir im vollen Laufen an einen Abgrund kämen, uns am Rande desselben fassen und vom Sturze zurückhalten können? So würde es mit den thierischen Bewegungen stehen, wenn die Reizbarkeit eben so wie die Elastizität wirkte, und wenn nicht zu jeder Zusammenziehung des Muskels ein neuer Reiz erfordert würde.

§. 12. Bei einer genauern Untersuchung der Elastizität, die mir anfangs mit der Reizbarkeit so viel Aehnlichkeit zu haben schien, glaubte ich in der Bewegung einer Stalfeder und eines Penduls, einen neuen Beweis für meine Meinung zu finden. Die Stalfeder erhält, indem sie sich ihrem ursprünglichen Zustande wiederum nähert, mehrere Grade von Geschwindigkeit, mehrere anf einander folgende Antriebe (impulsi) von der Elastizität, welche sie ausdehnt. Sie behält dieselben vermöge der Kraft

der Trägheit, wird dadurch nothwendig in entgegengesezter Richtung gebogen, und bewegt sich alsdann wieder vermöge ihrer Elastizität rückwärts; so fährt sie fort sich zu beugen und auszudehnen, bis ihre Schwingungen wegen des Widerstandes des Mittels worin sie erfolgen, und der unvollkommnen Elastizität des Stals sich endigen.

Eben so bestrebt sich ein aufgehobner Pendel, vermöge seiner Schwerkraft, wieder in senkrechte Richtung zu kommen, und weil die Schwere fallenden Körpern in jedem Augenblicke einen neuen Grad von Geschwindigkeit giebt, so erhält der Pendul nicht nur eine Bewegung, welche fähig ist, ihn bis zu dem untersten Punkt, von welchem er wegbewegt worden ist, zurück zu bringen, sondern behält auch vermöge seiner Trägheit die ganze durch die Schwere mitgetheilte Bewegung, welche ihn im Fallen, nach der entgegengesezten Richtung bis zu einer Höhe treibt, welche der anfänglichen Höhe des Falls gleich ist. Von dieser fällt er wieder zurück, und würde immer fortfahren sich zu bewegen, wenn er nicht durch den Widerstand des Mittels, worinn er schwingt, und des Mittelpunkts des Schwunges, genöthigt würde, immer kleinere Räume zu durchschwingen.

Jedermann weis, daß die Stalfeder nicht vermöge der Elastizität nach der entgegengesezten Seite gebogen wird, noch der Pendul vermöge der

Schwere einen aufsteigenden Bogen beschreibt; weil die Elastizität, wenn sie noch so groß wäre, die Stalfeder blos in ihren anfänglichen Zustand zurückbringen, und die Schwere den Pendul nie über den niedrigsten Punkt seiner Schwingung erheben würde. Außerdem müsten beide Kräfte nach ganz entgegengesezten Richtungen zu gleicher Zeit wirken können, welches ihrer Natur zuwider ist.

Die Muskelfaser zieht sich, wenn sie gereizt wird, zusammen, das ist, sie wird aus ihrem natürlichen Zustand, in einen gewaltsamen versezt. Einen Augenblick drauf erschlaft sie, und kehrt in denjenigen Zustand zurück, worinn sie sich vor der Einwirkung des reizenden Körpers befand. Es ist folglich alsdenn nichts im Muskel vorhanden, was ihn von neuem bewegen könnte sich zusammen zu ziehen. Hier ist also nicht der nämliche Fall mit der Stalfeder, welche sich ausdehnt, oder mit dem Pendel, welcher fällt. Ich habe sehr oft beobachtet, daß der Muskel, indem er nach der Zusammenziehung erschlaft, sich nie über seine natürliche Länge ausdehnt. Man wird also keinesweges annehmen können, der Muskel setze seine Schwungbewegung fort, weil seine Fasern beim Erschlaffen über ihre natürliche Länge ausgedehnt würden, denn diese Verlängerung ist nicht vorhanden, und blos irrigerweise von einigen angenommen worden.

Wollte man aber auch dieses grundlose Vorgeben, als würden die Muskeln in der Erschlaffung über ihre natürliche Länge ausgedehnt, für wahr annehmen, so würde sich doch daraus kein Beweis gegen den Satz führen lassen, daß zur wiederholten Verkürzung der Muskelfaser ein neuer Reiz nöthig sei. Bei sehr vielen, besonders bei kaltblütigen Thieren zieht sich das Herz nicht gleich nach der Erschlaffung wieder zusammen, sondern bleibt mehrere Minuten lang unbeweglich, wenn das Thier viel Blut verloren hat. Bei größern und alten Thieren sieht man, daß auf einen einzelnen Reiz auch nur eine einzige Zusammenziehung des Herzens erfolgt, und daß sich selbiges, nach der Ausleerung des in ihm enthaltnen Blutes nicht weiter bewegt. So oft es also an einem neuen auf die Muskelfaser wirkenden Reize fehlt, so oft wird auch der Muskel schlaff bleiben, und folglich keinesweges vermöge der vorgeblichen Verlängerung seiner Fasern seine Schwungbewegungen fortsetzen können. Es ist also nicht Elastizität, was die Bewegung des Muskels wieder anfängt, sondern ein neuer Reiz, und es läßt sich auch nicht denken, daß die Elastizität einen Muskel noch in Bewegung setzen sollte, der schon einige Zeit lang in gänzlicher Unthätigkeit gewesen ist, wie man dieses bei kaltblütigen Thieren sieht. Jene Verlängerung aber ist, wie ich schon gesagt habe, gar nicht zu bemerken.

auch sieht man nicht, daß das Herz bei solchen Thieren, wo es sich langsam bewegt, nur langsam und gradweise sich verkürze oder in seinen natürlichen Zustand zurückkehre; kurz, man sieht nicht, daß es sich verkürze, als in dem Augenblicke der wirklichen Zusammenziehung. Eine ganz einfache und alltägliche Bemerkung kann diese Wahrheit vollkommen bestätigen. Wir sehen nehmlich, daß die zur willkührlichen Bewegung dienenden Muskeln, sich, wenn sie erschlaft sind, nicht wieder zusammenziehen, wofern nicht ein neuer Reiz auf sie wirkt.

§. 13. Ich kann nicht umhin eine hier eintretende Schwierigkeit zu erwähnen, die um desto wichtiger ist, da sie auf der Erfahrung beruht. Wenn bei kaltblütigen Thieren das Herz aus der Brust genommen und nur einmal gereizt wird, so fährt es ganze Minuten lang fort sich abwechselnd zusammen zu ziehen und auszudehnen. Das Herz eines Frosches, das man in ein wohlverschloßnes und vor dem Zutritt der äussern Luft verwahrtes Glas gestellt hat, fängt auch nach langer Ruhe wieder an sich wechselsweise zusammen zu ziehen und auszudehnen. Diese unläugbar erwiesenen Thatsachen scheinen offenbar darzuthun, daß die Muskelfaser, wenn sie einmal gereizt worden, ihre Bewegungen lange Zeit ohne einen neuen Reiz fortsetzen könne, und daß die Dauer dieser Bewegungen blos von der anfänglich erweckten Reizbarkeit abhänge.

Diese

Diese Schwierigkeit wird indeßen wegfallen, wenn man bedenkt, daß wir bei zufälligen thierischen Bewegungen nicht immer alle Umstände und Ursachen, welche sie veranlassen, entdecken können, da selbige oft so verborgen sind, daß sie der sinnlichen Beobachtung entgehen, demohngeachtet aber doch gewiß vorhanden sind.

Ich habe durch unmittelbare Beweise dargethan, daß sich ein erschlafter Muskel nicht weiter zusammenziehen kann, wenn nicht ein neuer Reiz die unthätig gewordne Reizbarkeit wieder erregt, und daß also jede Zusammenziehung die Wirkung eines neuen Reizes ist. Wenn dieser Grundsaz wahr ist, so werden alle ihm entgegengesezte Schwierigkeiten weiter nichts beweisen, als daß man eine Wahrheit wissen könne, ohne deswegen alle Verhältnisse, worin sie mit andern Naturerscheinungen steht, einsehen zu können. Ueberdies kann es unzählige Ursachen geben, die in den angeführten Beispielen nach und nach auf die Fasern des Herzens gewirkt, und in selbigen wiederholte Bewegungen hervorgebracht haben. Die immerfort mit unzähligen fremden Theilen angefüllte Luft, ihre bald größere bald geringere Elastizität, die verschiednen Grade der Wärme, die flüßigen Theile des Muskels, welche sich bald geschwinder bald langsamer, bald in dieser, bald in jener Richtung bewegen, die Gährung derselben, die in ihnen

eingeschloßne Luft, — dieses alles sind Umstände, welche, ohne uns sichtbar zu werden, wirken, die Stelle des Reizes vertreten, die Reizbarkeit von neuem erregen, und in dem Muskel die verlorne Bewegung wieder hervorbringen können.

§. 14. Nach dem, was ich bisher erinnert habe, ist es mir nun möglich, eine andre Schwierigkeit aus dem Wege zu räumen, die man dem System der Reizbarkeit entgegensetzen könnte.

Wenn gleich der äußerliche Reiz sich nicht von dem Muskel entfernt, sondern ihn immerfort berührt, und zu reizen fortfährt, so ist die Zusammenziehung desselben doch nur von kurzer Dauer, und der Muskel erschlaft sehr bald. Wäre die Zusammenziehung eine Wirkung der durch den äußerlichen Reiz erweckten Reizbarkeit, so müßte sie die ganze Zeit hindurch dauern, in welcher der Reiz fortfährt und wenn dieser immerfort anhielte, ebenfalls beständig und dauerhaft seyn.

Diese Schwierigkeit scheint sich auch dadurch nicht ganz heben zu lassen, daß man sagt, der Reiz sei nicht die wirkende sondern blos die erregende Ursache der Zusammenziehung des Muskels; und eine erregende Ursache könne ihrer Natur nach unter gewissen Umständen ihre gewöhnliche Wirkung nicht hervorbringen, sie könne zuweilen sogar zunehmen, ohne daß man doch die gewöhnlicher weise durch sie veranlassete Veränderung wahrnehme. Wir

sehen dieses bey dem Kitzel, wo der verstärkte Druck sogar die Zuckungen hebt, welche der geringere Reiz hervorbrachte. Da nun aber die Seele vermittelst des Nervensafts die Muskeln lange Zeit zusammengezogen erhalten kann, wie dieses die tägliche Erfahrung beweist, so muß man wohl eingestehen, daß die Wirkung des Nervensafts auf die Muskelfasern sehr gros, und gewiß der ganzen Kraft gleich sei, welche die Muskelfasern anwenden, um den Muskel wieder in seinen anfänglichen Zustand der Erschlaffung zu versetzen. Hat also der Nervensaft Kraft genug die Muskeln zusammengezogen zu erhalten, so wird er auch hinlängliche Kraft haben, die Zusammenziehung zu bewirken, und also die wahre wirkende Ursache aller Muskelbewegung seyn.

Dieses ist meines Erachtens der wichtigste Einwurf, den man gegen das System der Reizbarkeit machen kann. Indessen, glaube ich, können die bisher von mir angeführten Grundsätze, und einige neue Beobachtungen über die Bewegung der Muskelfaser eine Antwort an die Hand geben, welche jene erwiesenen Wahrheiten noch fester gründet. Durch theoretische und Erfahrungsgründe habe ich erwiesen, daß zu jeder Zusammenziehung des Muskels ein neuer Reiz erfordert werde, welcher die Reizbarkeit desselben erregt. Die Natur der Reizbarkeit selbst macht es nothwendig, daß der Mus=

kel erschlaffe, wenn gleich der Reiz fortdauert, wie wir dieses bald mit mehrerem darthun werden. Es bleibt also nur noch die Frage zu beantworten übrig, warum das Thier seine Muskeln so lange Zeit zusammengezogen erhalten könne, welches äußerliche fortdauernde Reize nicht zu thun vermögen. Ich muthmase, daß wirklich in diesem Falle Momente der Erschlaffung vorhanden sind, die aber so klein sind, und so geschwind auf einander folgen, daß wir sie nicht wahrnehmen können. Durch den Reiz wird die Wirkung der Reizbarkeit erregt, welche schnell vorübergeht und der Wirkung der Elastizität, welche die verkürzten Muskelfasern wieder ausdehnt, Platz macht. In dem nämlichen Augenblicke, da der Muskel erschlaft, erhält er auch wiederum die Fähigkeit sich zusammenzuziehen, und verkürzt sich wirklich, wenn ein Reiz vorhanden ist. Da nun alles dieses in sehr kleinen Zeiträumen geschieht, und die Momente der Erschlaffung sehr klein sind, so wird es scheinen, der Muskel sei beständig zusammengezogen, weil uns die abwechselnde gleichsam im Werden vorübergehende Erschlaffung unsichtbar ist.

Meine Vermuthung wird durch eine sehr gewöhnliche obgleich bis jezt wenig benuzte Erfahrung bestätigt. Wenn ein Muskel lange Zeit zusammengezogen bleibt, so sehen wir an ihm ein beständiges Zittern und gleichsam abwechselnde kleine und

augenblicklich vorübergehende Erschlaffungen. Man bemerkt dieses an den Arm- Schenkel- und Kaumuskeln, wenn man sie lange Zeit mit angestrengter Kraft zusammengezogen erhält; und an den Kaumuskeln kann man diese zitternde Bewegung sogar mit der Hand fühlen. —

Wahr ist es, daß äußerliche Reize, ob sie gleich immerfort auf die Muskelfaser wirken, dennoch jene fortdauernde anhaltende Zusammenziehung des Muskels, welche der Wille der Seele bewirken kann, nicht unterhalten können. Allein hier werden nur wenig und nur die auf der Oberfläche befindlichen Muskelfasern gereizt, dahingegen die von dem Nervensaft herrührenden Reize auch in die innersten Theile des Muskels dringen, und allenthalben seine Reizbarkeit erregen. Die elektrische Materie, welche an durchdringender Kraft dem Nervensafte gleich kommt, bringt auch wirklich ähnliche Wirkungen hervor, und erhält die Muskeln bei Fröschen lange Zeit zusammengezogen.

Aus dem, was ich hier gesagt habe, erhellet, daß in der einige Zeit lang zusammengezognen Muskelfaser äußerst schnelle und gleichsam unmerkliche schwingende Bewegungen erfolgen, so daß sie in jedem Augenblicke wieder in ihren natürlichen Zustand zu kommen strebt, und die Reizbarkeit in jedem Augenblicke rege wird, und erstirbt.

§. 15. Bei warmblütigen Thieren, zumal wenn sie schon erwachsen sind, bei Kälbern z. B. zieht sich das Herz, wenn es einmal gereizt wird, nur einmal zusammen. Ich habe diesen Versuch oft wiederholt, und glaube, dadurch beweisen zu können, daß zu jeder neuen Zusammenziehung des Herzens ein neuer Reiz erfordert werde. Ueberdies habe ich bemerkt, daß man mit schwachen Reizen die Reizbarkeit der Muskeln schwerlich von neuem erregen kann, und daß selbst die an das Herz und an die Muskeln gebrachte Luft nicht immer eine Zusammenziehung bewirkt. Leert man das Blut aus beiden Herzhölen großer Thiere aus, so hört die Bewegung des Herzens plözlich auf, wie ich dieses seit 1757 in Gesellschaft des Herrn Caldani zu Bologna öfters beobachtet habe. Haller und Whytt sind ebenfalls Zeugen dieser Erfahrung. Haller hat in einer Abhandlung über die Bewegung des Herzens, welche sich in den Schriften der Göttinger Sozietät der Wissenschaften findet, beobachtet, daß die Bewegung der vordern Herzhöle und der rechten Vorkammer, wenn man das in selbigen befindliche Blut ausleert, plözlich aufhöre, indessen die auf der entgegengesezten Seite des Herzens befindlichen Hölen, ihre Bewegung fortsetzen. Eben diesen Versuch habe ich auch in Caldani's und vieler andrer Gelehrten Gegenwart mit ähnlichem Erfolge angestellt, so wie im Gegentheil die

hintere Herzhöle und die linke Vorkammer, wenn ich sie ausleerte, stillstanden und hingegen die Bewegung der vordern Herzhöle und der rechten Vorkammer alsdann fortdauerte. Alles dieses beweist, daß der Muskel, wenn kein Reiz vorhanden ist, sich nicht mehr zusammenzieht, und daß die fortdauernden Bewegungen eines Muskels blos von dem fortdauernden Reiz herrühren.

## Zweites Hauptstück.

Zweites Grundgesetz. Die Reizbarkeit ist keine beständige, immerfort in der Muskelfaser vorhandne Kraft, sondern kehrt nach Maasgabe des verschiednen Zustandes und der verschiedenen Reizbarkeit des Muskels erst nach einiger Zeit in selbigen zurück.

### §. 1.

Um die Wahrheit dieses Gesetzes darzuthun, werde ich mich der analytischen Methode bedienen, und meiner Untersuchung die Erwägung verschiedener Erscheinungen, die wir an den Muskeln wahrnehmen, vorausschicken.

Whytt hat schon längst die Beobachtung gemacht, daß das Herz nach langem Stillstand von selbst seine Bewegung wieder beginnt, wenn gleich kein äußerlicher sichtbarer Reiz, der diese Bewegung veranlassen könnte, vorhanden ist. Das nämliche

habe ich bei Aal- Frosch- Schildkröten- Ziegen- und Lämmerherzen, obgleich bei warmblütigen Thieren viel seltner, beobachtet.

§. 2. Ich wollte sehn, ob ein äußerlicher Reiz, Luft, ein Hauch, ein leichter Stich, oder die gelinde Berührung mit einem harten Körper, allezeit vermögend wäre, das schon natürlich erschlafte und ruhige Herz in Bewegung zu setzen; und das Resultat meiner Versuche war die Erfahrung, daß das Herz nicht immer seine Bewegung wiederholt, ob es sich gleich nach einiger Zeit von freien Stücken sehr lebhaft wieder zu bewegen anfängt. Dieses habe ich sehr oft bei Fröschen und Schildkröten, am öftersten aber bei Aalen gesehn. Das Herz dieser leztern bewegt sich sehr langsam, wenn es gleich noch in der Brusthöle befestigt ist. In dieser natürlichen Lage habe ich es oft mit Anhauchen, mit einer feinen Feder, oder mit Wasser zu reizen versucht, aber nicht immer ist es mir gelungen, seine Bewegungen zu beschleunigen, noch es nach Gutdünken zur Zusammenziehung zu bewegen.

§. 3. Das Herz bewegt sich bei einigen Thieren langsamer, bei andern schneller. Ich habe bemerkt, daß sich das Herz bei Fröschen sieben und siebzigmal in einer Minute zusammenzieht, indessen es bei Aalen nur vier und zwanzig und bei Schildkröten nur etwa zehnmal schlägt. Das Herz diesrr Thiere bewegt sich desto langsamer, je

weniger lebhaft sie sind, und je mehr sie durch Hunger oder Blutverlust gelitten haben. Unter solchen Umständen habe ich gesehen, daß sich das Herz bei Fröschen kaum zehnmal in einer Minute, bei Aalen zwey oder dreymal, und bei Schildkröten etwa zehnmal in 22 Minuten zusammen zieht.

§. 4. Bei warmblütigen Thieren bewegt sich das Herz viel geschwinder, zumal, wenn sie noch sehr jung sind. Auch bei jungen kaltblütigen Thieren ist diese Bewegung schneller. Bei Vögeln ist sie sehr schnell, und bei dem Eichhörnchen zieht sich das Herz mehr als 500 mal in einer Minute zusammen, welches mir selbst unglaublich scheinen würde, wenn mich nicht die Erfahrung davon überzeugt hätte. Um die Zahl der Herzschläge beim Eichhörnchen zu bestimmen, bediente ich mich folgender Methode. Ich bemerkte, daß ich zwischen zween Pulsen an meiner Hand das Wort Undotre wenigstens dreimal aussprechen, aber kaum bis zur lezten Sylbe dieses Worts kommen konnte, ohne daß meine Hand, die ich auf das Herz des Eichhörnchens hielt, wenigstens vier Eindrücke gefühlt hätte. Das Herz des Eichhörnchens schlug also wenigstens zehnmal in der nämlichen Zeit, da die Schlagader an meiner Hand einmal schlug, und da selbige nach einer Penduluhr gezählt, 75 mal in einer Minute schlug, so muste das Herz des Eichhörnchens in eben der Zeit wenigstens 750 mal schlagen. Ich

habe indessen nur 500 Schläge angenommen, damit man nicht einwenden möge, die Aengstlichkeit des Thierchens habe die Bewegung des Herzens beschleunigt; wiewohl es ganz an mich gewöhnt war, sich gern von mir anfassen lies, und in meinem Bette schlief.

§. 5. Bei kaltblütigen sowohl als warmblütigen Thieren ziehen sich die Vorkammern des Herzens zwei bis dreimal in eben der Zeit zusammen, da sich die Herzhölen nur einmal zusammen ziehen, das Thier mag nun lebendig oder tod, das Herz noch fest in der Brusthöle, oder von selbiger getrennt seyn, wenn nur die Brusthöle schon einige zeitlang offen gestanden hat.

§. 6. Wenn wir die hier angeführten Beobachtungen mit einiger Aufmerksamkeit erwägen, so finden wir in selbigen viel deutliche Beweise für das zweite Gesetz der Reizbarkeit. Whytts Versuche über das Herz der Frösche und diejenigen, die ich über das Herz verschiedner andern Thiere angestellt habe, wo selbiges, wenn es schon eine Zeit lang ruhig gewesen war, seine Bewegungen wieder anfing, wenn gleich die Luft ringsumher ganz still war, — diese Versuche, sage ich, geben zu erkennen, daß zu der Zeit, wo die Fasern des erschlaften Herzens, noch nicht geschickt waren, sich, wenn sie gereizt waren, zusammenzuziehen, dasjenige Verhältniß oder die Bedingungen mangelten,

unter welchen sich die Reizbarkeit zu äußern pflegt, und welche zur Wirkung derselben nothwendig erfordert werden. Wenn aber der kleine Zeitraum vorüber war, der zur Wiedererlangung jenes Vermögens Reizbarkeit zu äußern, erfordert wird, so fing das Herz von neuem an sich zu bewegen, es sei nun, daß es durch die äußere Luft, oder durch einen neuen Reiz in dem Muskel selbst dazu veranlaßt wurde.

Hierin liegt also ein wichtiger Beweis für den Satz, daß zu jeder Zusammenziehung eines Muskels ein neuer Reiz erfordert werde; denn niemand wird wohl glauben, daß die Reizbarkeit so lange Zeit unthätig bleiben, und dann mit einemmale ohne irgend einen Reiz, ohne irgend eine äußerliche Ursache von freien Stücken wieder erwachen, auf die Muskelfaser wirken, ihre Elastizität überwinden und den Muskel zusammenziehen könne. Kräfte dieser Art giebt es nicht in der Natur, sie können auch nicht vorhanden seyn, denn das würde gegen die unumstößlichsten Gesetze der Metaphysik streiten. Man muß also in diesen Fällen allezeit annehmen, daß ein äußerlicher oder immer auf die Muskelfaser wirkender Reiz vorhanden sey, der erst dann, wenn der Muskel seine Reizbarkeit wieder erlangt hat, selbigen zusammenzieht.

§. 7. Noch mehr wird dieses Gesetz der Reizbarkeit durch die im 2ten §. vorgetragenen Erfahrungen bestätigt. Das erschlafte und ausgedehnte Herz zog sich, selbigen zufolge, nicht zusammen, wenn es gleich gereizt wurde. Die Fasern des Herzens waren also zu der Zeit nicht reizbar; es mangelte ihnen etwas, weil sie jene Eigenschaft nicht mehr hatten, und hieraus lies sich also folgern, daß die Wiedererlangung der Reizbarkeit von einem gewissen bestimmten Zustande der Muskelfaser abhänge. Und wirklich belehrten uns jene Erfahrungen, daß nach einiger Zeit der gelindeste Reiz das Herz wiederum zu neuen Zusammenziehungen veranlassen könne, und mithin seine Fasern alsdann sich wiederum in jenem Zustand der Reizbarkeit (Stato d'irritabilità) der sie thätig macht, befinden.

§. 8. Die Verschiedenheit, welche nach §. 3. bey den Bewegungen des Herzens in verschiednen Thieren statt findet, giebt zu erkennen, daß sich die Wirkung der Reizbarkeit nicht bey allen Thieren in gleichen Zeiträumen äußert. Sobald das Herz erschlaft, tritt das Blut in die Herzhölen, füllt selbige aus, und reizt ihre Muskelfasern, und demohngeachtet zieht sich das Herz nicht gleich, noch in allen Thieren zu einer Zeit zusammen. Bei einigen braucht es mehr, bei andern weniger Zeit dazu, und hieraus läßt sichs auch erklären, warum

der Puls in verschiednen Thieren bald öfter bald seltner in einer gegebnen Zeit schlägt. Der Grund dieser Verschiedenheit scheint in der innern Struktur der Muskelfaser selbst zu liegen.

§. 9. Bei sehr jungen Thieren ist die Reizbarkeit weit lebhafter und wird geschwinder von allen, auch den kleinsten Reizen erregt, als bei alten Thieren. Dieses beweißt, daß die Muskeln in dem Augenblicke, wenn der reizende Körper sie berührt, ihre Reizbarkeit schon wieder erhalten haben. Daher kommt es auch, daß sich das Herz des Eichhörnchens so geschwind bewegt, weil nämlich die Muskelfasern desselben, in dem Augenblicke, da sie erschlaft sind, ihre Reizbarkeit schon wieder erhalten.

Diese Erfahrungen beweisen fast unwidersprechlich, daß zu jeder Zusammenziehung des Muskels eine neue Ursache, ein neuer Reiz erfordert werde, welcher die schon erloschne Kraft der Reizbarkeit wieder erweckt. Wenn man das Herz auch noch so sorgfältig vor der äußern Luft verwahrt hat, so fängt es doch, nachdem es einige Minuten still gelegen hat, wiederum an sich zu bewegen. Ohne eine äußerliche Ursache läßt sich bei einem Körper kein Uebergang zur Ruhe oder zur Bewegung denken, und wenn sich daher das Herz nach langer Ruhe wieder bewegt, so muß auch ein neuer Reiz, der auf die Muskelfasern wirkt, vorhanden seyn

Eben dieses wird auch alsdenn gelten, wenn eine kürzere Ruhe und Erschlaffung zwischen zwo Bewegungen des Herzens erfolgt; und warum sollte also dieses Gesetz nicht auch auf die geschwinder abwechselnden Bewegungen des Herzens im Menschen und selbst im Eichhörnchen anwendbar seyn. Die Länge der Zeit kann eine vernichtete und unthätig gewordne Kraft weder vermehren noch vermindern, und ein ruhender Körper bleibt immer derselbige, er ruhe nun längere oder kürzere Zeit.

§. 10. Die im 5ten § vorgetragnen Erfahrungen beweisen deutlich, daß das Herz seine, während der Erschlaffung verlorne Reizbarkeit erst nach einiger Zeit wieder erhalte. Die Vorkammern des Herzens fahren fort sich zu bewegen, und das Blut in die Herzhölen zu treiben; mithin dauert auch die Wirkung des Reizes auf die Seitenwände der Herzhölen fort. Demohngeachtet bleibt das Herz unbeweglich und verkürzt sich nicht, bis endlich diejenigen Umstände wieder eintreten, unter welchen die Muskelfasern wiederum reizbar werden, welches sie zuvor nicht waren. Die Vorkammern des Herzens selbst bewegen sich bald geschwinder bald langsamer, d. i. sie ziehen sich nicht immer gleich nach der Erschlaffung wieder zusammen, wenn sie gleich immer vom Blute der zurückführenden Adern gereizt werden. Das Herz und die Vorkammern desselben hören also nicht immer wegen Mangel ei-

nes Reizes auf sich zu bewegen, denn das Herz sezt seine Bewegung fort, wenn die Herzohren ausgeleert sind: und folglich muß man hieraus schließen, daß die Muskelfasern allezeit zu Wiedererlangung ihrer Reizbarkeit eine gewisse Zeit nöthig haben.

§. 11. Es scheinen also die häufigern oder seltnern Bewegungen des Herzens in einerlei oder auch in verschiedenen Thieren, abzuhängen von der größern oder geringern Fähigkeit der Muskelfasern von äußern Reizen gerührt, und zur thätigen Aeußerung ihrer angebornen Reizbarkeit veranlaßt zu werden. Bei einigen Thieren bewegt sich das Herz geschwinder bei andern langsamer, ob es gleich von dem nämlichen Reize, und in dem nämlichen Zeitraum gerührt wird. Die Vorkammern des Herzens, welche sich anfangs bei jeder Bewegung des Herzens nur einmal zusammengezogen, bewegen sich in dem nämlichen Thiere nach und nach zwei drei oder viermal in demselbigen Zeitraum, da sich das Herz nur einmal bewegt. Hier werden nämlich die Fasern des Herzens, welche zuvor geschwinder reizbar wurden, langsamer wieder in den Zustand der Reizbarkeit versezt. — Diese Fähigkeit der Muskelfaser geschwinder oder langsamer von dem Reize gerührt zu werden, kann vielleicht von dem verschiedenen gegenseitigen Abstand der Grundtheile der Muskelfaser, von ihrer verschiedenen Gestalt, von den verschiedenen Bewe-

gungen und Richtungen der flüßigen Theile abhängen, oder auch von der verschiednen gegenseitigen Berührung der kleinsten Theile, die ihren Grund in dem verschiedenen Gewebe, Biegsamkeit und Konsistenz des Muskels hat.

§. 12. Man darf nicht glauben, daß der Muskel, wenn er entweder zusammengezogen oder erschlaft ist, oder gar unmittelbar nach seiner Erschlaffung, der Reizbarkeit gänzlich beraubt sei. Ich habe blos darthun wollen, daß alsdann in dem Muskel nicht mehr derjenige Grad der Reizbarkeit vorhanden sey, welche der anfängliche Reiz erregen konnte. Es ist aber nicht zu läugnen, daß sich der nämliche Muskel wirklich zusammenziehen kann, wenn der Reiz vermehrt wird. Ich habe gesehen, daß Muskeln, welche ich mit einem kleinen Stiche vergeblich gereizt hatte, durch den elektrischen Funken augenblicklich zur Zusammenziehung genöthigt wurden. Es ist daher nicht zu verwundern, wenn der Nervensaft die nämliche oder vielmehr noch eine lebhaftere Wirkung hervorbringt, da selbiger die feinste und zu Erregung der Reizbarkeit geschickteste Flüßigkeit ist.

§. 13. Man hat die Frage aufgeworfen, warum der Muskel, wenn er sich kaum erst zusammengezogen hat, erschlaffe. Ich würde hierauf antworten, daß, da die Thätigkeit der Reizbarkeit während der Zusammenziehung des Muskels erschöpft worden,

den, die Muskelfasern nunmehr, in dem sie sich verkürzen, ihre Elastizität wieder erlangen, welche sie nun in den ursprünglichen Zustand der Erschlaffung versezt. Da nun aber nicht alle erschlaffende Muskeln die Fähigkeit sich von neuem zusammenzuziehen sogleich wieder erhalten, so zieht sich nicht jeder Muskel noch derselbige Muskel allezeit zum zweiten male zusammen, wenn gleich der Reiz auf ihn zu wirken fortfährt. Daher kommt es auch, daß sich das Herz bei Fröschen, Katzen und jungen Lämmern nicht mitten unter der Erschlaffung des Herzens, sondern erst dann, wenn selbiges ganz erschlaft ist, zusammenzieht, weil es bei diesen Thieren erst nach der gänzlichen Erschlaffung seine Reizbarkeit wieder erhält.

§. 14. Da die Reizbarkeit nicht immer zur nämlichen Zeit, sondern bald geschwinder bald langsamer in dem Muskel rege wird, so kann man fragen, ob sie nicht auch in verschiednen Zeiträumen in den sich zusammenziehenden Muskeln verschwinde und unthätig werde? Ich habe bemerkt, daß bei vielen Thieren, die schon abgeschnittenen und besonders hingelegten Muskeln, nicht gleich, nach dem sie sich zusammengezogen haben, erschlaffen, und daß das Herz, wenn es noch in der Brusthöle befindlich ist, bei lebendigen und eben gestorbnen Thieren nicht sogleich nach der Zusammenziehung schlaf wird, sondern von dem Augen-

blick der gänzlichen Zusammenziehung bis zum Anfange der Erschlaffung ein kleiner Zeitraum vorübergeht. Bei andern Thieren hingegen, zumal bei warmblütigen, bei Vögeln u. s. w. verhält sichs anders: man kann bei diesen keine Zwischenzeit zwischen dem lezten Augenblick der Zusammenziehung des Herzens, und dem ersten seiner Ausdehnung wahrnehmen, und beide Momente scheinen in eins zu fallen. Wird nicht die Wirkung der Reizbarkeit in einigen Thieren geschwinder, bei andern langsamer aufhören? Und wird nicht die verschiedne Geschwindigkeit der Bewegung des Herzens der längern oder kürzern Dauer der Reizbarkeit in selbigen entsprechen? Rührt also nicht die Geschwindigkeit des Pulses zum Theil von der öfter erfolgenden Zusammenziehung her, und muß man nicht mithin den geschwinden Puls von dem häufigen Pulse unterscheiden? Da nun die Geschwindigkeit celerità) des Pulses auch von der lebhaftern Reizbarkeit abhängt, so wird sie sich verhalten, wie das Produkt dieser lebhaftern Reizbarkeit in die Fähigkeit der Faser ihre Reizbarkeit zu verlieren. Die Häufigkeit (frequenza) des Pulses hingegen wird sich bei sonst gleichen Umständen verhalten wie die Geschwindigkeit, und umgekehrt wie die Zeit, welche bis zur Wiedererregung der Reizbarkeit des Herzens, nachdem solches erschlaft ist, verstreicht.

## Drittes Hauptstück.

Drittes Grundgesetz. Ein Muskel, der lange Zeit zusammengezogen bleibt, verliert seine Reizbarkeit.

### §. 1.

Wenn die Muskeln der Hand, des Armes, der Füße, oder irgend eines andern Theil unsers Körpers, lange Zeit zusammengezogen gewesen sind, so fühlen wir uns endlich genöthigt, sie nachzulassen: und kaum sind sie nunmehr erschlaft, so können sie sich wieder wie anfangs bewegen, aber nur mit großer Schwierigkeit und Verlust an Kräften, wenn man nicht so lange wartet, bis sie ihre erste Fähigkeit zu willkührlicher Bewegung wieder erlangt haben. Niemand ist, der nicht diese Erfahrung irgend einmal an sich selbst gemacht haben sollte.

§. 2. Ich habe verschiedne Thiere, als Hunde, Katzen und Ziegen zu unbequemen Stellungen gezwungen, in welchen viele Muskeln nothwendig zusammengezogen bleiben musten, wie dieses die Spannung und Härte derselben deutlich bewies. Wenn ich sodann diese Thiere nach einiger Zeit wieder frei lies, so sahe ich, daß sie sich nicht mehr auf den Beinen halten konnten, sondern umfielen, oder nur kriechend zu entkommen suchten.

§. 3. Bei Fröschen, denen ich den Kopf abgeschnitten hatte, erhielt ich die Muskeln der Füße

lange Zeit vermittelst der Elektrizität zusammengezogen, die ich durch eine eisernen Spitze gegen das Rückmark strömen lies. Nachdem ich diese Thiere von der Elektrisirmaschine weggenommen hatte, so gaben sie nicht mehr jene Zeichen einer lebhaften Bewegung von sich, die ich an andern zu gleicher Zeit mit jenen enthaupteten aber nicht elektrisirten Fröschen wahrnahm, und wenn ich bei beiden das Rükmark und die Schenkelnerven reizte, so bewegten sich die Füße der elektrisirten Frösche weit weniger, als die der nicht elektrisirten. — Kurz ich fand allezeit, daß elektrisirte Muskeln sich nachher weniger als nicht elektrisirte zusammengezogen.

§. 4. Wenn ich bei warmblütigen Thieren den Zwerchfellsnerven der einen Seite reizte, so verlor das Zwerchfell auf der nämlichen Seite einen Theil seiner Reizbarkeit, und bewegte sich daselbst, wenn ich es mit einer Nadel stach, weit weniger aufwärts, als auf der andern Seite, wo ich die Nerven unberührt gelassen hatte. Reizte ich bei warm- oder kaltblütigen Thieren, besonders bei Fröschen, das Rükmark, so blieben die Füße derselben so lange als ich fortfuhr mit einer langen Nadel in das Rükmark zu stechen, zusammengezogen, und bewegten sich sodann, wenn ihre Schenkelnerven gereizt wurden, weit weniger als bei sol-

chen Thieren, wo ich nicht in das Rükmark gestochen hatte.

§. 5. Alle diese und tausend andre Erfahrungen, die ich anführen könnte, überzeugen uns von der Wahrheit des Satzes, daß ein Muskel, der lange Zeit stark zusammengezogen geblieben ist, seine Reizbarkeit verliert, und selbige nicht eher als nach einer gewissen Zeit wieder erhält. Aus §. 1. sehen wir, daß es große Anstrengung kostet, Muskeln, die wir zuvor lange Zeit znsammengezogen hielten, aufs neue zusammenzuziehen, oder zusammengezogen zu erhalten. Wenn daher gleich die Ursache, welche die Reizbarkeit erregt, nicht abnimmt und nachläßt, so bringt sie doch endlich immer geringere Bewegungen hervor. Der Muskel hat also in diesem Falle, wenn er lange Zeit zusammengezogen geblieben ist, seine Fähigkeit aufs neue von einem Reize gerührt zu werden, das ist, seine Reizbarkeit, auf einige Zeit verloren.

§. 6. Eben dieses erhellt aus §. 2. 3. 4. nach welchen Muskeln, die man durch gewisse Stellungen, durch Reizung ihrer Nerven oder des Rükmarks zu langwieriger Zusammenziehung nöthigt, ihre Reizbarkeit verloren, indem ihnen alsdann die Fähigkeit sich bei einem neuen Reize zu bewegen, die sie zuvor hatten, mangelt.

§. 7. Ich will nicht leugnen, daß uns zuweilen auch der Schmerz nöthigt, Muskeln, welche

lange Zeit zusammengezogen gewesen, nachzulassen, so wie uns auch die nämliche Ursache zuweilen nöthigen kann, uns der Bewegung gewisser Myskeln zu enthalten. Dieses geschieht aber nur nach heftigen oder auch nach sehr lange fortgesezten Bewegungen der Muskeln. Bei kleinern Bewegungen aber fühlen wir auch ohne merklichen Schmerz ein Unvermögen die Bewegung sehr lange fortzüsezen, und wenn wir es doch thun, so geschieht es nie ohne Ermüdung und merkliche Abnahme der Kräfte. Versuchen wir diese unangenehme Empfindung zu überwinden, so gehorchen die Muskeln nicht mehr, oder bewegen sich nur sehr schwach, mehr aus Mangel an Reizbarkeit als wegen des Mangels an Nervensaft, oder wegen des Schmerzens, den man durch Standhaftigkeit besiegen kann.

§. 8. Der Schmerz, welchen wir nach heftigen oder allzulange fortgesezten Anstrengungen der Muskeln empfinden, ist die Folge eines gewaltsamen oder langwierigen Drucks; denn die zarten Nerven des zusammengezognen Muskels müssen nothwendig auf ähnliche Art gedrükt werden, als wenn ein schwerer Körper auf den Muskel wirkte. Es scheint auch, als ob eben die Ursache, welche den Schmerz in dem Muskel verursacht, auch die Reizbarkeit desselben schwächen müsse. Schwillt der Muskel sehr stark an, oder bewegt er sich sehr

lange, so müssen sehr viele seiner Fasern zusammenschrumpfen, in nähere Berührung unter einander kommen, und ihre Stelle auf eine ungleiche Art verändern. Hier befindet sich die Muskelfaser also in einem gewaltsamen und unnatürlichen Zustande, und es ist also nicht zu verwundern, wenn sie ihre Fähigkeit sich zu bewegen verliert. Aehnliche Unordnungen müssen vorgehen, wenn sich die Muskeln allzulange und mehr als ihre innere Struktur im Zustand der Reizbarkeit zuläßt, bewegen.

§. 9. Ein zusammengezogner Muskel erschlaft also nicht blos deswegen, weil sich das Thier von dem Schmerze, den es leidet, befreien will, sondern auch, weil seine Fasern ihre anfängliche Reizbarkeit verloren haben. Das Thier muß also, wenn der Muskel diese anfängliche Reizbarkeit verloren hat, und es gleichwohl selbigen doch bewegen will, den Reiz auf die Muskelfasern durch häufigern Zufluß des Nervensafts vermehren, und auch dieses ist nicht hinlänglich, weil der Muskel wider Willen des Thieres endlich schlaf wird. Daher kömmt es, daß die Augenlieder nicht lange Zeit hinter einander offen bleiben können, und sich selbst wider unsern Willen schließen. Daher entsteht auch die Ermüdung, welche das Thier nach allzuheftiger oder allzulang anhaltender Anstrengung der Muskeln empfindet. Es muß alsdann einen grös-

sern Zufluß des Nervensafts zum Muskel bewirken, um den Reiz, zu einer Zeit, wo der Muskel minder reizbar ist, zu verstärken, und durch diesen übermäßigen Aufwand von Lebensgeistern muß es also nothwendig ermatten und zur Ruhe gezwungen werden.

§. 10. Ich will hier nicht unbedingt alle andre Ursachen ausschließen, welche in gewissen Fällen z. B. bei Krankheiten statt finden, und das Thier zur Bewegung unfähig machen können. Ein allzugroßer Aufwand des Nervensaftes, bei schmerzhaften Krankheiten, bei langwieriger und mühsamer Anstrengnng des Geistes kann allerdings die Muskeln träge zur Bewegung machen. Wer kann uns aber dafür bürgen, daß nicht auch in diesem Fall eine Abänderung in der Muskelfaser vorgegangen sei, wegen welcher diese minder reizbar als vorher seyn könne? Wirklich können Unordnungen in der Bewegung der thierischen Säfte entstehen, und sich auch den Muskeln mittheilen; und warum sollte nicht auch wegen eines verminderten Zuflusses des Nervensaftes in den Muskel dieser etwas von seiner Reizbarkeit verlieren können, da es doch gewiß ist, daß der Nervensaft den Muskel auch dann, wenn er schlaf ist, in einer gewissen Spannung erhält, durch welche er für den Reiz empfänglicher und sich zu bewegen geschickter wird.

§. 11. Die plözliche Wiederherstellung der Kräfte, und die vermehrte Fertigkeit sich zu bewegen, welche auf den Genuß oder Geruch geistiger Dinge folgt, ist kein hinlänglicher Beweis, daß blos der Nervensaft die Ursache der Reizbarkeit sei. Sie beweist höchstens nur so viel, daß durch jene Mittel die Thätigkeit des Nervensafts erhöhet, und also, indem der auf die Muskelfaser wirkende Reiz, welcher eine von dem Ursachen der Zusammenziehung ist, verstärkt wird, auch die Wirkung selbst größer werde. Und warum sollte sich auch ein Muskel, dessen Reizbarkeit nicht ganz verloren gegangen ist, bei Vermehrung des Reizes nicht zusammenziehen? Ueber dieses wissen wir ja auch gar nicht, wie eigentlich jene geistigen Mittel auf die thierische Maschine wirken, wie schnell sie zu den Muskelfasern übergehen, und welche Veränderungen und Erschütterungen sie selbst veranlassen können.

§. 12. Es kann auch bei sehr lebhaften und anhaltenden thierischen Bewegungen ein allzugroßer Aufwand der Lebensgeister statt finden. Das von mir angeführte Grundgesez gilt, auch außer diesen Fällen von der Zusammenziehung oder anhaltenden Bewegung weniger Muskeln, ja auch selbst eines einzigen. Hier läßt sich gewiß kein Abgang des Nervensafts annehmen, und dennoch verlieren dergleichen Muskeln ihre Reizbarkeit, auch werden in

solchen Fällen gewürzhafte und geistige Mittel wenig oder gar keine Stärkung gewähren können.

§. 13. Ein Klavierspieler bewegt die Finger mit der größesten Geschwindigkeit ganze Stunden lang ohne zu ermüden, und ohne Verlust der Fertigkeit seine Finger zu bewegen. Die Augenlieder bewegen sich den ganzen Tag hindurch; das Zwerchfell ruht nie aus, und dennoch ermüdet das Thier nie. Der Aufwand des Nervensaftes während der so lang anhaltenden Bewegung der Finger beim Klavierspielen, während des beständigen Spiels der Augenlieder, während der beständig abwechselnden Erweiterung und Verengerung der Brusthöle, ist ohne Zweifel größer als derjenige Aufwand des Nervensafts, der zu einer wenig Minuten dauernden Bewegung eines Muskels erfordert wird. Demohngeachtet aber kann das Thier den Muskel im leztern Falle nicht mehr bewegen, blos, weil er nicht mehr so reizbar als zuvor ist.

§. 14. Hier eröfnen sich nun weite Aussichten, auf einen sehr beträchtlichen Theil der thierischen Natur, und auf diejenigen Erscheinungen, welche wir bei Krankheiten wahrnehmen. Bei sehr heftigen Anstrengungen der thierischen Maschine sehen wir, daß selbige ganz oder in denjenigen Theilen, welche am meisten bewegt wurden, gelähmt wird. Man kann hier wenig Rüksicht auf

die Lebensgeister, auf Fehler der organischen Theile, auf Verletzungen der Nerven nehmen, wenn das Uebel seinen Sitz blos in der Muskelfaser hat. Die Bestandtheile derselben werden bei gewaltsamen Bewegungen aus ihrer natürlichen Ordnung gebracht, sie verlieren denjenigen Zusammenhang und diejenige Beschaffenheit, welche sie für Reizungen empfänglich machte. Daher kommt es, daß sie sich nicht mehr bewegen, und vielleicht gar nicht zu ihrem natürlichen Zustande zurükkehren können, wenn die erlittene Veränderung allzugewaltsam war. Umsonst wird man in solchen Fällen seine Zuflucht zu Arzneimitteln nehmen, von deren Unwirksamkeit uns die Erfahrung überzeugt. Wenn in solchen Fällen eine Heilung möglich ist, so muß sie sich auf den Muskel beziehen, nicht auf die Nreven, welche vielleicht gar nicht gelitten haben.

§. 15. Es können also Lähmungen, besonders einzelner Theile, allein aus Fehlern der Muskeln ohne einen Fehler des Nervensaftes entstehen. Daher ist es gewiß, daß der Verlust der Reizbarkeit die vornehmste Ursache derjenigen Entkräftungen und Krankheiten des thierischen Körpers sei, in welchen vornehmlich die thierischen Kräfte so angegriffen werden, daß die Muskeln ihre Dienste versagen.

Die Lager- und Gefängnißfieber, der Skorbut, die Pest, die bösartigen und pestilenzialischen, und

überhaupt alle Faulfieber gehören zu dieser Klasse von Krankheiten. Die Veränderungen, welche hier die thierische Bewegung leidet, hängen von der veränderten Beschaffenheit der Muskelfaser ab, und die geschwächten und seltnen Bewegungen des Herzens beweisen augenscheinlich, daß die Muskeln hier leiden, indem kein andrer auf das Herz wirkender und dessen Bewegungen erregender Reiz im Körper vorhanden ist, als das venöse Blut, welches in jenen gefährlichen Krankheiten eben so wohl als außer denselbigen ins Herz kömmt.

§. 16. Die mehrsten Aerzte halten die Zuckungen für eine Folge des allzuhäufig zufließenden und die Muskelfasern zu sehr reizenden Nervensaftes. Die Erfahrung lehret gleichwohl, daß die schwächsten Körper am meisten zu Zuckungen geneigt sind, und es ist nicht wahrscheinlich, daß in dem Gehirn solcher Subjekte, eine größere Menge Nervensaft als in stärkern und wohlgenährten Personen abgeschieden werde.

Diejenigen, welche nach großen Blutstürzen sterben, vorzüglich Frauenspersonen, welche nach der Niederkunft einen starken Blutverlust erlitten haben, sind den heftigsten Zuckungen ausgesezt, und machen Bewegungen, zu welchen sie bei vollkommner Gesundheit viel zu schwach gewesen sein würden. Auch bei Thieren sieht man unter gleichen Umständen die stärksten Zuckungen erfolgen, die

um desto heftiger sind, je mehr die Kräfte abnehmen, und je größer der Blutverlust ist. In solchen Fällen würde es sehr lächerlich und der gesunden Vernunft zuwider sein, wenn man auf übermäßige Menge und Zufluß des Nervensafts schließen wollte, da kaum Blut genug zur Absonderung dieser Flüßigkeit vorhanden ist.

Im kranken Zustande wird das Gleichgewicht der Kräfte und Spannung aller Muskelfasern aufgehoben, welches im gesunden Zustande statt findet, und durch eine gleichförmig abgemeßne Menge der den Muskeln zufließenden Säfte unterhalten wird.

Jeder Muskel behält auch dann, wenn er erschlaft ist, einen gewissen Grad von Spannung aller seiner Fasern, wodurch er sich mit den ihm entgegenwirkenden Muskeln (antagonisti) im Gleichgewicht und ruhig erhält. Man kann dieses deutlich sehen, wenn man einige Muskelfasern queer durchschneidet, welche sich sogleich gegen ihre festen Endpunkte zurükziehen, und einen weitern Raum zwischen sich lassen.

Ueberdies bemerkt man, daß wenn ein Muskel paralytisch wird, sein Antagonist allezeit sich von selbst verkürzt, obgleich die Fasern des leztern nicht mehr als gewöhnlich von neu zufließendem Nervensaft gereizt werden. Auch wird die natürliche Spannung der Muskeln und das Gleichge-

wicht ihrer bewegenden Kräfte, nicht blos durch die gröbern Flüßigkeiten des thierischen Körpers, sondern auch von dem Nervensaft selbst bewirkt und unterhalten. In konvulsivisch zusammengezognen Muskeln mangeln diese Flüßigkeiten entweder, oder werden nach und nach ohne ein gewisses Verhältniß (irregolarmente) vermindert, da sich in Theilen von solche Umfang, wo der Kreislauf so ungleich ist, keine nach regelmäßig fortschreitenden Verhältnissen erfolgende Verminderung der Säfte annehmen läßt. Indem also die in den Muskelfasern befindliche Flüßigkeit unregelmäßig abnimmt, so wird das Gleichgewicht zwischen den Muskeln aufgehoben, und daher entsteht das Zittern und die Zuckungen.

§. 17. Dasjenige, was ich bisher gesagt habe, kann zur Antwort auf eine Frage dienen, welche von verschiednen Physiologen aufgeworfen worden ist, die den Nervensaft von den Ursachen der Muskelbewegung ausschließen: Die Zuckungen, welche auf einen übermäßigen Blutverlust zu folgen pflegen, und ohne selbigen nie erfolgt seyn würden, sind dem aufgehobenen Gleichgewicht zwischen den Muskeln zuzuschreiben, weil sich die Menge des Bluts in seinen verschiedenen Kanälen alsdann unregelmäßig vermindert. Da nun die Ungleichheit der Ausleerung der Kanäle um desto größer ist, je häufiger und schneller der Blutverlust ist, so kön-

nen sich die Gefäße nicht so schnell und regelmäßig zusammenziehen, und folglich müßen die Muskelfasern dadurch mehr oder weniger gedrükt, und solchergestalt ungewöhnlich heftig zusammengezogen werden. Man sieht wirklich, daß ein langsam erfolgender obwohl häufiger Blutverlust eine solche und so heftige Bewegung der Muskeln verursacht weil hier die Gefäße sich gleichförmiger zusammenziehen, und die Säfte in ihnen regelmäßiger umlaufen können.

Meine hier geäußerte Meinung wird durch folgenden Versuch, den ich oft wiederholt habe, noch mehr bestätigt. Man kann bei einem Muskel der am einen Ende befestigt ist, und mit dem andern herabhängt, z. B. bei einem Halsmuskel, eine bisher nicht vorhandne Bewegung hervorbringen, oder eine schon vorhandne verstärken, wenn man so in ihn schneidet, daß nur ein Theil seiner Fasern getrennt wird, und die übrigen unversehrt bleiben, kurz, wenn man verursacht, daß nicht alle seine Fasern gespannt bleiben, und so das Gleichgewicht zwischen ihnen aufgehoben wird. Auf diese Art getrennte und gleichsam isolirte Muskeln bewegen sich heftiger und anhaltender, als wenn sie an beiden Enden befestigt wären.

§. 18. Zufolge dieser Erfahrung wird sich nun auch die wurmförmige Bewegung des Magens und

der Därme mit dem Umstande zusammenräumen lassen, daß beständig ein Reiz vorhanden ist, der auf die Muskelfasern dieser Theile wirkt. Die kreisförmigen Fasern des Darmkanals ziehen sich zusammen, und verengern die innere Höle desselben. In eben dem Verhältniß, als sie ihre Reizbarkeit wieder verlieren und erschlaffen, ziehen sich die der Länge nach laufenden Muskelfasern, von der inwendig in den Därmen enthaltnen Masse gereizt zusammen, und verkürzen den Darmkanal. Indem nun wechselsweise in verschiednen Zeitpunkten die eine Gattung der Fasern ihre Reizbarkeit verliert, und die andre sie wieder erhält, je nach dem der Reiz mehr oder weniger wirksam, den Fasern näher oder entfernter ist, so entsteht daraus Verkürzung und Verlängerung, Erweiterung und Verengerung des Darmkanals; — Bewegungen, welche auch die scharfsinnigsten Beobachter um desto weniger genau beschreiben können, jemehr die kreisförmigen sowohl als die langen Muskelfasern der Därme, da sie von einem verschiedentlich wirksamen Reize und in verschiednen Punkten des ganzen Darmkanals unregelmäßig gereizt werden, sich wechselsweise in ihren Bewegungen unterbrechen müssen: woraus denn nothwendig folgen muß, daß bei so ungleichen Bewegungen ein Theil des Darmkanals sich der Bewegung des andern widersezt, und so die unregelmäsig abwechselnde Verengerung

engerung und Erweiterung durch den ganzen Darmkanal fortgesezt wird.

§. 19. Es bleibt mir noch die Erklärung einer sehr sonderbaren Erscheinung übrig, die ich zum ersten male in Gesellschaft meines Freundes Caldani beobachtet habe. Die Därme, welche man beim Leben des Thieres sich kaum bewegen sieht, fangen nach dem Tode desselben an sich sehr lebhaft zu bewegen, welches oft ganze Stunden nach einander fortdauert. Im Jahr 1756 habe ich bewiesen, daß diese nach dem Tode erfolgende Bewegung nicht nur in den Därmen sondern auch in dem Magen und in der Speiseröhre sichtbar ist; habe auch zugleich dargethan, daß das Blut, welches bei lebendigen Thieren die Gefäße dieser Theile ausdehnt, jene Bewegungen hindere, welche sich sogleich nach Ausleerung der Gefäße, oder nach dem Tode äußern, so daß man sie auch noch beim Leben des Thieres veranlassen könne.

Ferner habe ich damals erwiesen, daß sich diese Erscheinung weder aus der angenommenen Wirkung der äußern Luft oder der Kälte noch aus andern zufälligen Ursachen erklären lasse. Wie ist es nun aber eigentlich möglich, daß der Mangel des Blutes in den Gefäßen, eine so lebhafte Bewegung des ganzen Darmkanals bewirken könne? Diese Frage will ich jezt beantworten.

Wir haben oben gesehen, daß alle Muskeln des lebenden thierischen Körpers eine gewisse Spannung besitzen, und sich nicht bewegen, so lange ihre einander entgegenwirkende Kräfte im Gleichgewicht stehen. Dieser Zustand des Gleichgewichts wird von dem Blute unterhalten, so daß in Ermangelung desselben das Gleichgewicht aufgehoben wird, und alsdann eine ungleiche und unterbrochene Bewegung zwischen dem Muskel und seinem Gegenmuskel, und zwischen den verschiednen Fasern des einzelnen Muskels selbst erfolgt. Diese Bewegung muß aus vielen Ursachen in den Därmen noch lebhafter als irgendwo anders seyn. In ihnen finden sich zwo entgegengesezte Gattungen von Muskelfasern, ein beständig und ungleich wirkender Reiz, endlich auch gleichsam abgesonderte, und ohne eigne Befestigungen durch die weitesten Räume verbreitete Muskelfasern. Jene sonderbare Bewegung unterscheidet die Därme also nur in sofern von allen andern Muskeln, als sie von ihrem eigenthümlichen Bau abhängt, der die Ursache der lebhaftern Bewegung ist. In ihnen wie in allen andern Muskeln entstehen Zuckungen, wenn sich das Thier verblutet, und das Gleichgewicht ihrer Muskelkräfte aufgehoben wird.

Hieraus läßt sich auch eine Erscheinung erklären, die sich oft bei der Schwangerschaft ereignet, und den Physiologen bisher unerklärlich gewesen ist.

In vielen Fällen kann eine Aderlaß, selbst ein Fußbad, oder ein warmes Bad ein Misgebären veranlassen. Das Blut wird alsdann in den verschiednen Theilen der ausgedehnten Gebärmutter ungleich vertheilt, weil sich aus Ursachen, die einem Zergliederer leicht begreiflich sind, die gedehnten und ungleich aufgeschwollenen Gefäße der Gebärmutter unregelmäßig anfüllen und ihres Blutes entledigen. Hierdurch wird das Gleichgewicht zwischen den verschiednen Muskelfasern dieses Eingeweides aufgehoben, es entstehen ungleiche Zusammenziehungen derselben, heftige Zuckungen und andre Unordnungen, welche am Ende ein Misgebären verursachen. Die Muskelfasern der Gebärmutter, können, so lange sie sich wechselseitig das Gleichgewicht halten, keine Bewegungen verursachen, sobald aber dieses Gleichgewicht aufgehoben ist, ziehen sie sich vermöge ihrer Reizbarkeit wechselsweise aufs lebhafteste zusammen.

Was ich bisher über die durch Aufhebung des Gleichgewichts hervorgebrachten Bewegungen im thierischen Körper gesagt habe, scheinet ein helles Licht über die bisher so zweifelhafte Ursache der natürlichen Geburt zu verbreiten. Ich bin nicht abgeneigt zu glauben, daß die natürliche Geburt wirklich eine Folge des aufgehobnen Gleichgewichts und der Reizung der Muskelfasern sei. Die aufs äußer-

ste gebrachte Ausdehnung derselben, der ungleiche Druck, der vorzüglich den Kopf des Kindes gegen den Gebärmutterhals treibt, und die Säfte, welche sich nicht mehr gleichförmig in allen Gefäßen der Gebärmutter vertheilen können, da der Mutterkuchen und das Kind mit ungleicher Kraft auf sie drücken, alle diese Umstände bringen die Muskelfasern der Gebärmutter aus ihrem Gleichgewicht, und verursachen eine weitere Verbreitung des Reizes und der Bewegung, wodurch unter den heftigsten Schmerzen die Geburt bewerkstelligt wird.

## Viertes Hauptstück.

Viertes Grundgesetz. Durch lang anhaltende Ausdehnung oder Zusammendrückung geht die Reizbarkeit der Muskeln verloren.

### §. 1.

Dieses vierte Gesetz bezieht sich auf denjenigen Zustand der Muskeln, in welchem sie stark und lange Zeit hindurch zusammengedrükt, oder durch äußerlich angebrachte Gewicht ausgedehnt sind.

Ich sprizte laues Wasser in die Harnblase einer lebendigen Katze, so daß selbige wie eine Kugel ausgedehnt wurde. Ich öfnete hierauf den Bauch des Thiers, und reizte die Harnblase mit Nadeln, und elektrischen Funken, allein sie blieb unbeweglich, schlaff und ausgedehnt, ob ich gleich zuvor das Wasser ausgeleert hatte.

Den nämlichen Versuch habe ich mit gleichem Erfolg bei einer Ziege, einem Hunde und zwei Lämmern wiederholt. Einem großen Hunde sprizte ich mit Gewalt viel laues Wasser in die Harnblase, und sperrte ihn sodann in einem Zimmer ein. Er konnte nicht mehr harnen, und ich mußte ihm das eingesprizte Wasser mit dem Katheter weglassen. Die Harnstrenge hielt aber noch viele Tage lang nachher an.

§. 2. Ich habe zu verschiednenmalen venöses Blut von gewöhnlicher Wärme, bald in die vordere, bald in die hintere Herzhöle, oder auch in die Vorkammern des Herzens gesprizt, nachdem ich zuvor die großen Schlagadern unterbunden hatte, und allezeit habe ich bemerkt, daß diese Muskelhölen durch die allzugroße Ausdehnung ihre Fähigkeit sich zu bewegen verloren, und sich, wenn man sie reizte, nicht mehr zusammenzogen.

§. 3. Einer Katze sprizte ich durch den Magenmund Wasser in die Därme, und fuhr damit so lange fort, bis die Därme nicht mehr von dem sie ausdehnenden Wasser hart anzufühlen waren. Nachdem ich selbiges durch den Magen wieder ausgeleert hatte, so war nichts mehr von der wurmförmigen Bewegung der Därme zu sehen, auch zogen sie sich nicht mehr zusammen, wenn man sie reizte. Sie waren mehr als natürlich schlaf geworden, und ihr innerer Raum um ein beträcht-

liches erweitert. — Bei einer andern Katze sprizte ich blos die dicken Därme voll Wasser, und sahe ebenfalls, daß sie dadurch alle Bewegung verloren hatten. Das nämliche erfolgte bei verschiednen andern Thieren, wo ich in die Speiseröhre und in den Magen Wasser sprizte.

§. 4. Ich legte Herzen von verschiednen, besonders von kaltblütigen Thieren unter gläserne Rezipienten. Jemehr ich die in selbigen befindliche Luft vermittelst einer Kompressionsmaschine verdichtete, desto seltner schlug das Herz, und hörte endlich ganz auf zu schlagen, da ich die Verdichtung der Luft noch weiter trieb, auch zeigte es wenig oder gar keine Reizbarkeit mehr, wenn ich es aus dem Rezipienten nahm und mit Nadeln reizte. Eben dieses sahe ich auch bei andern Muskeln, und eine enthauptete Viper, der ich die Haut abgezogen hatte, hörte in verdichteter Luft auf sich zu bewegen. Ich verschloß ferner Froschherzen in lederne mit lauem Wasser gefüllte Schläuche, die ich sodaun zwischen den Händen und Knien stark zusammendrückte; hierdurch verloren die Herzen ihre Beweglichkeit, welches auch erfolgte, wenn ich Herzen oder andre Muskeln verschiedner Thiere zwischen zwo mit Luft angefüllten Blasen zusammendrückte.

§. 5. Die Versuche, welche ich hier angeführt habe, können uns von der Wahrheit meines vierten Grundgesetzes der Reizbarkeit aufs vollkommen-

sie überzeugen. Man sieht daraus, daß die Muskelfasern allezeit, wenn sie stark zusammengedrückt oder ausgedehnt werden, ihre Fähigkeit von Reizen zur Zusammenziehung veranlaßt zu werden, d. i. ihre Reizbarkeit verlieren. Durch einen starken Druck oder Ausdehnung werden nämlich die organischen Bestandtheile des Muskels aus ihrer Stelle verrükt, und von einander entfernt, das innere Gewebe der Muskelfasern in Unordnung gebracht, der bindende Leim derselben von ihnen getrennt, kurz der ganze organische Bau des Muskels gewaltsam verändert; mit welchem dann nothwendig auch die Reizbarkeit verloren gehen muß.

§. 6. Hieraus erhellet auch, warum die Harnblase gelähmt wird, und ihre Fähigkeit die Ausleerung des Harns zu bewirken verliert, wenn sie in Krankheiten allzusehr und allzulange ausgedehnt bleibt; warum eben dieses auch bei denjenigen erfolgt, die den Harn lange Zeit mit Gewalt an sich halten, warum endlich die übergroße Menge des dem Herzen zugeführten Blutes, oder auch Hindernisse, welche sich dem Uebergang desselben in die Schlagadern entgegensetzen, die Reizbarkeit des Herzens vermindern, unterdrücken, und Ursachen unheilbarer organischer Krankheiten werden können. Die lebhaftesten Bewegungen der thierischen Maschine, das Erschrecken, die übermäßige Freude können das Herz seiner Reizbarkeit berau-

ben, und plözlich töden. In diesen Fällen ergießt sich auf einmal eine allzugroße Menge Bluts in das Herz, erweitert und dehnt seine Hölen über die gewöhnlichen Gränzen aus, und da sich selbiges des allzusehr angehäuften Blutes nicht entledigen kann, so erschöpfen sich seine Muskelkräfte in vergeblichen Anstrengungen, und Reizbarkeit und Bewegung gehen darüber verloren.

§ 7. Man beobachter, daß das Herz, so wie andre Muskeln, im luftleeren Raume sich zu bewegen aufhört, und seine Reizbarkeit verliert. Wenn nämlich der Druck der äußern Luft aufgehoben wird, so entwickelt sich die inwendig in dem Muskel und in den Säften desselben befindliche Luft, und dehnt die organischen Bestandtheile der Muskelfasern, mit Verlust ihrer Reizbarkeit auseinander.

Der Magen und die Därme können leicht ihre Reizbarkeit verlieren, wenn sie von Speisen oder Luft allzusehr ausgedehnt sind, und hieraus pflegen verschiedne Krankheiten der ersten Wege zu entspringen. Die Windsucht (Tympanitis) entsteht, wenn die Därme durch übermäsige Ausdehnung ihre Reizbarkeit und wurmförmige Bewegung verlieren, und deswegen nicht vermögend sind sich der in ihnen eingesperrten Luft zu entledigen, welche sie bei längerm Aufenthalt immer mehr ausdehnt und entkräftet. Die Wiederherstellung der Reizbarkeit ist das erste, worauf man bei Behand-

lung dieser Krankheit denken muß, und dieser Endzweck kann durch sehr wirksame Reizmittel zum Vortheil des Kranken erreicht werden.

Es ist gewiß eine sehr auffallende Erscheinung, daß die Gebärmutter während der Schwangerschaft so sehr ausgedehnt werden kann, ohne etwas von ihrer natürlichen Reizbarkeit zu verlieren. Wirklich bemerkt man, daß sie, wenn die Frucht kaum geboren ist, sich mit der größesten Gewalt zusammenzieht, und sehr schnell zu ihrem vorigen natürlichen Zustande zurükkehrt. Man wird sich aber nicht weiter hierüber wundern, wenn man bedenkt, daß die Ausdehnung der Gebärmutter nur langsam und gleichsam stufenweise geschieht, mithin auch die Muskelfasern nicht auf einmal jene Veränderung leiden, sondern Zeit genug haben, sich allmälig ohne Gefahr der Zerreißung, und ohne Zerrüttung ihres innern Gewebes auszudehnen. Hiezu kommt noch der Umstand, daß die Substanz der Gebärmutter weicher, und biegsamer als andre festere und härtere Muskeln des thierischen Körpers ist, daher dann das zarte und häufig zwischen den Fasern vorhandne Zellgewebe nachgeben und sich verlängern kann, ohne daß deswegen die organischen Grundbestandtheile der Fasern selbst aus ihrer Stelle verrükt werden. Man weis auch, daß die Vergrößerung des Umfangs der schwangern Gebärmutter hauptsächlich von den venösen Gefäßen der,

derselben abhängt, welche während der Schwangerschaft von einer ungewöhnlich großen Menge von Säften ausgedehnt, und überdies, so wie auch die Muskelfasern, nezförmig verbreitet sind, folglich auch, ohne übermäßig gespannt zu werden, leicht nachgeben können.

§. 8. Auch durch kaltes Wasser können die Muskeln ihrer Reizbarkeit beraubt werden. Ich habe Herzen verschiedner auch kaltblütiger Thiere in eiskaltes Wasser getaucht, und allezeit gefunden, daß sie, und zwar um desto geschwinder, je kälter das Wasser war, sich zu bewegen aufhörten. Enthauptete Vipern, deren Haut abgestreift war, verloren ihre Bewegung in eiskaltem Wasser fast augenblicklich, ob sie sich gleich in minder kaltem Wasser noch lange Zeit fort bewegten. Dieses geschieht auch, wenn man einzelne Muskeln in kaltes Wasser taucht; sie verlieren sogar die Fähigkeit, wieder von neuem reizbar zu werden. Strenge Kälte zerstört also die Reizbarkeit der Muskeln, und macht sie paralytisch.

Viele an Hunden und Katzen angestellte Versuche haben mich überzeugt, daß auch die Därme gelähmt werden, wenn man sehr kaltes Wasser in sie sprizt. Man muß daher bei dem Gebrauch eiskalter Klystiere sehr vorsichtig seyn, wiewohl sie zuweilen bei heftigen konvulsivischen Bewegungen der Därme, oder wenn ihre Muskeln allzu beweg-

lich oder allzusehr zusammengezogen sind, und keine Entzündung zu befürchten ist, nüzlich seyn können.

Auch heißes Wasser beraubt die Muskeln ihrer Reizbarkeit, weil es entweder die organischen Bestandtheile derselben von einander trennt, oder ihren bindenden Leim gerinnen macht. Man muß sich daher der warmen Getränke mit großer Mäßigung bedienen, damit nicht der Magen dadurch geschwächt werde.

## Viertes Hauptstück.

Fünftes Grundgesetz. Der Muskel verliert seine Reizbarkeit, wenn er lange Zeit schlaff bleibt.

### §. 1.

Leute, welche lange Zeit bettlägrig sind, verlieren das Vermögen, ihre Muskeln so frei wie vorher zu bewegen. Die geringste Bewegung ermüdet sie, und zuweilen sehen sie sich gar in die traurige Nothwendigkeit versezt, allen Bewegungen zu entsagen.

§. 2. Wenn wir einen Arm oder Fuß einige Zeitlang gebunden halten, doch so, daß der Umlauf des Bluts durch selbigen nicht gehindert wird, so versagt er uns seine Dienste, und wenn wir ihn ja bewegen können, so geschieht es doch nur mit

vieler Mühe, und wir müssen bald davon abstehen. So lehrt uns auch die tägliche Erfahrung, daß jeder Zwang oder Unbehaglichkeit, wodurch die Bewegung erschwert oder ganz und gar verhindert wird, uns ermüdet, und den Muskeln ihre Fertigkeit sich frei und leicht zusammenzuziehen, raubt.

§. 3. Es ist also gewiß, daß der Muskel seine Reizbarkeit verliert, wann er nicht geübt wird, und lange Zeit seiner natürlichen Schlaffheit überlassen bleibt. Man wird sich hier, wie ich glaube, nicht auf den Nervensaft berufen, um diese Unfähigkeit zur Bewegung zu erklären, da es nicht wahrscheinlich ist, daß die Natur des Nervensafts bei einem gesunden und wohlgenährten Thiere umgeändert werden könne, und eine solche Umänderung, wenn man sie auch annehmen wolte, blos eingebildet und unerweislich seyn würde.

§. 4. Ich glaube mit Grunde annehmen zu können, daß sich viele Muskeln des thierischen Körpers wegen des Mangels an Reizbarkeit, nicht bewegen können, und diese Erklärung ist vielleicht passender, als wenn man andre Ursachen angeben und etwa zum Beispiel annehmen wollte, viele Muskeln wären blos deswegen unbeweglich, weil wir mit ihrer Lage unbekannt sind, und folglich den Zufluß des Nervensafts zu selbigen nicht be-

werkstelligen können. Hieher gehören unter andern die Muskeln des äußern Ohrs, die wir, auch wenn wir es erzwingen wollen, nicht bewegen können. Es giebt gleichwohl Menschen welche sie bewegen, und andre Thiere können es vollkommen gut, wiewohl sie auch stärkere und zahlreichere Ohrenmuskeln haben. Wir aber sind von unsrer Kindheit an nie zu dergleichen Bewegungen gewöhnt gewesen, weil wir nie dazu genöthigt wurden; und daher kommt es, daß es, wenn wir erwachsen sind, nicht mehr in unsrer Macht steht, unsre Ohren zu bewegen, weil ihre so lange Zeit erschlaften und ungebrauchten Muskeln ihre Reizbarkeit verloren haben, und wir um sie zu bewegen vergeblich den Zufluß des Nervensafts befördern. Bei solchen Thieren aber, welche durch irgend ein Bedürfniß die Fertigkeit diese Muskeln zu bewegen erlangt haben, ist die Reizbarkeit derselben unverändert geblieben. Vielleicht könnte der Mensch auch zur Bewegung der äußern Ohren gewöhnt werden, wenn man sie in der ersten Kindheit öfters kitzelte und stäche, so daß sich das Kind nur durch Bewegung der Ohren dem Schmerz entziehen könnte.

§. 5. Wenn wir aus einem tiefen Schlafe erwachen, so scheint es, als ob wir keine Glieder hätten, als wenn wir unsre Muskeln nicht mehr bewegen könnten. Vergeblich bemühen wir uns,

sie zu bewegen, sie bleiben noch eine Zeitlang erschlaft. Hier sieht man deutlich, daß der Verlust oder die Verringerung der Reizbarkeit während des Schlafs die Ursache dieser Erscheinung ist. Die lange Zeit schlaf gebliebnen Muskeln haben während des Schlafes ihre natürliche Fähigkeit zur Bewegung, d. i. ihre Reizbarkeit eingebüßt. Eben dieses sieht man auch bei andern Thieren, die aus einem tiefen Schlafe erwachen. Die Muskeln erhalten alsdann ihre Beweglichkeit wieder, wenn sie stark erschüttert oder hinlänglich gerieben werden, um die Trägheit, in der sie sich befanden, zu vertreiben.

# Zweiter Theil.

## Untersuchung einiger dunklen und zweifelhaften Gegenstände der Naturlehre des thierischen Körpers.

---

### Erstes Hauptstük.

#### §. 1.

Nachdem ich die Geseze der Reizbarkeit, zu derjenigen Klarheit, deren physische Gegenstände fähig sind, zu erheben gesucht habe, so wird es sehr schiklich seyn, einige der wichtigsten und doch schwer zu erklärenden Erscheinungen im lebendigen Körper meiner Betrachtung zu unterwerfen; und es dürfte nicht schwer fallen, aus den Gesezen der thierischen Bewegung, die ich im ersten Theile festgesezt habe, verschiedne Umstände, die sich täglich in der thierischen Maschine ereignen, und bisher noch gar nicht oder doch nicht wahrscheinlich genug erläuvert worden sind, zu erklären, und alle Einwürfe zu beantworten, die man gegen die Lehre von der Reizbarkeit bisher gemacht hat. — Ich werde mich indessen nur auf die allerwichtigsten Fragen einschränken, um zu beweisen, daß di von mir niedergeschriebnen Grundsäze nicht gan

unfruchtbar an Folgerungen sind, sondern vielmehr in der Anwendung auf das thierische Leben manche wichtige und lichtvolle Aufschlüsse geben.

§. 2. Man hat die Frage aufgeworfen, welches die Ursache der Bewegung des Herzens sei, und warum es sich abwechselnd zusammenziehe und erweitere, und sich also in seiner Bewegung ganz von andern Muskeln unterscheide? Die faßlichste empfehlungswürdigste Erklärung schien diese zu seyn, daß die Lebensgeister die wirkende Ursache der Bewegung des Herzens, so wie aller andern Muskeln, und ihr abwechselnder Ein- und Rükfluß der Grund jenes Wechsels in der Bewegung wäre. — Man hat zwar noch verschiedne andre Beantwortungen jener Frage, allein sie streiten so sehr gegen alle Erfahrungen und gegen alle Wahrscheinlichkeit, daß ich mich der Mühe überhebe, sie zu erwähnen.

§. 3. Haller hat uns durch genaue Beobachtungen mit der Eigenschaft der thierischen Natur bekannt gemacht, vermöge welcher ein gereizter Muskel sich bewegt, und verkürzt. Er hat sie uns von andern Kräften des thierischen Körpers unterscheiden gelehrt, und auf triftige Gründe gestüzt, den Saz vertheidigt, daß die Zusammenziehung der Muskeln, unabhängig von den Nervenkräften und diese nur die Werkzeuge seien, welche selbige hervorbringen, so wie der Druck, welcher auf einen

einen elastischen Körper wirkt, die Elastizität desselben blos thätig macht, ohne die physische Ursache dieser Kraft zu seyn.

Die Reizbarkeit äußert sich in den an sich schlaffen Muskelfasern nur dann, wenn eine reizende Ursach vorhanden ist; sie bewirkt alsdann die Zusammenziehung des Muskels, indem sie die Bestrebung nach Unthätigkeit (inerzia) und den Widerstand der Elastizität der Muskelfasern überwindet. — Aus diesen Grundsätzen hat Haller die abwechselnde Bewegung des Herzens mit der größesten Deutlichkeit erklärte. Seiner Meinung zufolge tritt das Blut der zurückführenden Adern, zu der Zeit, wann das Herz erschlaft ist, in die beiden Herzhölen, und durch den Druck und die Schwere desselben, vielleicht auch durch die ungleiche Beschaffenheit der Theile und Kügelchen des Bluts wird sodann das Herz genöthigt sich zu verkürzen. Bald drauf erschlaft es von neuem, die beiden Herzhölen erweitern sich, und weil das Blut der zurückführenden Adern mit Gewalt gegen die Oefnungen dieser beiden Hölen andrängt, so werden diese von neuem ausgedehnt, die Reizbarkeit aufs neue thätig gemacht, das Herz abermals zusammengezogen, und so der Wechsel der Bewegungen immer fortgesezt.

§. 4. Indessen schließen Haller und seine Anhänger darum doch die Nerven nicht ganz von den Ursa-

chen der Bewegung des Herzens aus. Sie glauben, das Blut könne wohl, wenn es in die Herzhölen tritt, auf die Nerven wirken, und diese alsdann, so wie es bei den zu willkührlichen Bewegungen bestimmten Muskeln geschieht, die Reizbarkeit des Herzens erwecken.

§. 5. Es muß nunmehr bewiesen werden, daß der Nervensaft nie die wirkende Ursache der Zusammenziehung der Muskeln seyn könne; denn sonst werden die Gegner des Hallerschen Systems fernerhin, wie bisher, alle Freiheit haben, aus dem Einfluß des Nervensafts alle Muskelbewegungen, selbst die des Herzens, ja sogar diejenige Zusammenziehung der Muskeln zu erklären, die man nach dem Tode des Thieres, wenn ein Muskel, oder der zu ihm gehende Nerve gereizt wird, zu bemerken pflegt, und welche sie dem noch in den Muskelfasern zurükgebliebenen Nervensafte insgemein zuschreiben.

§. 6. Mein Beweis gegen den Einfluß des Nervensafts auf die Bewegungen der Muskeln ist in drei Hauptsätzen enthalten. 1. Ein Muskel, der einmal zusammengezogen ist, würde, wenn die Meinung, die ich bestreite, gegründet wäre, nicht weiter schlaff werden können. 2. Ein kaum erschlafter Muskel, müste sich sogleich wieder zusammenziehen, und so immerfort zwischen Erschlaffung und Zusammenziehung abwechseln. 3. Würde sich

der Muskel auch dann, wenn er schon in Ruhe und erschlaft ist, zusammenziehen müssen.

§. 7. 1. Wäre der Nervensaft die wirkende und hervorbringende Ursache der Muskelbewegung, so würden die Muskeln allezeit zusammengezogen bleiben, so oft die Bewegung des Nervensafts eben so stark oder noch stärker als diejenige wäre, welche die erste Zusammenziehung bewirkte. Dieses erhellt aus dem Begriff der wirkenden Ursache selbst. — Nun aber überzeugt uns die Erfahrung, daß das Herz, nachdem es sich zusammengezogen, wieder erschlaft; selbst dann, wenn die Herzhölen noch mit Blut angefüllt sind, wie ich dieses eben sowohl, als Haller, zu mehreren malen beobachtet habe. Das Herz erschlafte sogar, wenn nach Unterbindung der Holader, der Lungenvenen, und der Herzhölen selbst nicht blos diese, sondern auch die Vorkammern des Herzens mit Blut angefüllt waren. In diesem Falle ist gewiß das Herz und die beiden Vorkammern desselben der Wirkung eben der Ursache, welche anfangs die Bewegung hervorbrachte, ausgesezt, d. i. das Blut der zurükführenden Adern fährt fort auf selbiges zu wirken. Die Nerven waren bei der Ausleerung der Herzhölen nur dem durch die Schwere des Bluts verursachten Drucke ausgesezt; allein bei dem eben angeführten Versuche leiden die innern Fasern des Herzens nicht blos von dem einfachen Drucke des

Blutes, sondern auch von dem gewaltsamen Stoße und der Friktion des zwischen den Wänden der zusammengezognen Herzhölen und der Vorkammern zusammengepreßten Blutes. — Die Nerven sind demnach nicht die wirkende Ursache der Muskelbewegung, weil ihre Wirkung nicht in gleichem Verhältniß mit der Ursache zunimmt, und sogar, wenn diese leztere allzusehr überhand nimmt, ganz und gar vernichtet wird.

Ich habe das Herz und andre Muskeln warmblütiger Thiere mit Nadeln gestochen, aber nie es so weit bringen können, daß selbige auch nur einen Augenblick länger zusammengezogen blieben, wenn ich gleich nicht ablies, ihre Fasern bis zum Zerreißen und Durchbohren zu reizen. Ich habe andre noch stärkere und wirksamere Reizmittel angewendet: aber allezeit folgte auf die Zusammenziehung der Muskeln eine plözliche Erschlaffung. — Wenn nun aber, zufolge der Hypothese, die ich bestreite, ein gelinder Druck den Nerven eine solche Bewegung mittheilt, durch welche sie das Herz zusammenziehen können; wie kömmt es gleichwohl, daß der gewaltsame und wiederholte Druck der Herzhölen und Vorkammern, welcher nicht blos auf eine, sondern auf alle Fasern der innern Oberfläche dieser beiden Hölen von allen Seiten her wirkt, das Herz nicht in der Zusammenziehung erhalten kann?

Die einzige Art, wie man diesen Beweis noch ablehnen kann, ist, daß die Nerven mehr, geschwinder und kräftiger von einem auf wenige Fasern des Herzens ausgegossenen Wassertropfen, von einer den Muskel treffenden gelinden Luft, von einer leichten Feder gereizt werden, als von dem gewaltsamen Stechen mit einer Nadel, welche die ganze Substanz des Herzens durchbohrt, oder von einer übergroßen Menge venösen Bluts, welches mit Gewalt, von allen Seiten und zu gleicher Zeit auf die Herzhölen und Vorkammern drükt.

§. 8. Diejenigen, welche den Nervensaft für die Ursache der Muskelbewegung ausgeben, sind der Meinung, daß, um eine Zusammenziehung der Muskelfaser zu bewirken, eine in dem Nervensaft erwekte Bewegung unumgänglich nöthig sei, die entweder von der Seele, oder von äußerlich an den Muskel oder Nerven gebrachten reizenden Körpern hervorgebracht werde. Diese Reize, sagen sie, können die Bewegung des in den Muskelfasern befindlichen Nervensaftes entweder veranlassen oder vermehren, und es ist daher leicht begreiflich, daß, um einen Muskel in Bewegung zu setzen, weiter nichts nöthig ist, als daß dem Nervensaft eine größere Kraft und Bewegung mitgetheilt werde. Hieraus folgt, daß sich der Muskel allezeit zusammenziehen muß, wenn die Bewegung des Nervensafts vermehrt wird, und daß die Zu-

sammenziehung des Muskels um so viel lebhafter seyn wird, je größer und stärker der Zufluß des Nervensafts ist.

In der Voraussetzung, daß diese Erklärung richtig sei, drücke oder schlage oder stoße man einen mit den allgemeinen Hautbedeckungen noch bedekten Muskel eines lebendigen Thiers, so heftig, und mit welchem Werkzeug man nur immer wolle; — er wird bei allen diesen Versuchen unbeweglich und schlaff bleiben. Gleichwohl sieht man leicht ein, daß das Schlagen und Stoßen einen sehr gewaltsamen Eindruck auf die Nerven des Muskels machen muß, und folglich diese, indem sie hin und her bewegt werden, nothwendig nach jener Hypothese alle Fasern des Muskels reizen, und zur Zusammenziehung reizen sollten. Wie kann also gleichwohl der Muskel, wenn der Nervensaft die wirkende Ursache seiner Bewegung ist, schlaff bleiben; und bringt etwa die leichte Berührung mit einer Feder oder einem Haar eine stärkere Zusammenziehung als ein Schlag hervor?

§. 9. Wenn der Nervensaft die wirkende Ursache der Muskelbewegung wäre, so würden die Muskeln nie auch nur einen Augenblick ruhig bleiben können, sondern, wenn sie einmal gereizt wären, sich beständig, ohne abzusetzen, fortbewegen, und von der Zusammenziehung schnell zur Erschlaffung, von dieser aber eben so schnell zu einer neuen Zu-

sammenziehung übergehen. Demohngeachtet ist es gewiß, daß Muskeln, welche einer willkührlichen Bewegung fähig sind, nach der Zusammenziehung so lange erschlaft bleiben, bis der Vorsatz der Seele sie zusammenzuziehen, wieder erneuert wird.

Um dieses zu beweisen, darf ich nur erinnern, daß selbst die Anhänger der von mir bestrittenen Meinung annehmen, es sei zur Zusammenziehung eines Muskels auch eine kleine Bewegung des Nervensafts hinreichend. Wirklich darf man nur mit einer Nadel, mit einem Haare, die entblößten Fasern eines Muskels oder das Mark des zu ihm gehenden Nerven berühren, man darf nur einen kleinen Wassertropfen, oder durch ein dünnes Röhrchen etwas Luft an den Muskel bringen, so wird er sich plözlich gewaltsam zusammenziehen, und bis in seine entlegensten Theile bewegen. Wer die Gesetze der Bewegung kennt, der muß hier wohl einsehen, daß von einem so geringen Reize doch nur sehr kleine und fast unmerkliche Bewegungen in dem Nervensaft hervorgebracht werden können. —

Wenn im Gegentheil der Muskel schlaff wird, so verlängern sich alle Fasern, woraus er zusammengesezt ist, es entfalten sich unzählige Fasern und Kanäle, die zuvor zusammengekrümmt und gefaltet waren, und all die kleinen Nervenäste,

welche in jeden Punkt des Muskels eindringen, werden mit unglaublicher Geschwindigkeit ausgedehnt. Wie heftig muß nicht unter solchen Umständen die Erschütterung des so feinen und beweglichen Nervensafts seyn? und gleichwohl bewegt sich der erschlafte Muskel nicht, sondern bleibt ganz ruhig. Ist es aber zur Bewegung des Muskels hinreichend, eine seiner Fasern ganz leicht mit der Spitze einer Nadel zu berühren, wie kömmt es, daß der Druck, (l'urto), welcher mit der Ausdehnung unzähliger Fasern verknüpft ist, keine Bewegung in dem Muskel hervorbringt? — Hierin liegt ein Widerspruch, der sich schlechterdings nicht heben läßt, wenn man die Nerven als physische und wirkende Ursache der Muskelbewegung ansieht.

§. 10. Ich sehe leicht ein, daß man einwenden wird, diese von mir angeführten Beweise könnten dem Hallerischen System mit gleichem Rechte und Nachdruck entgegengesezt werden, der Nervensaft möchte nun die wirkende (efficiente) oder die erregende (eccitante) Ursache der Zusammenziehung der Muskeln seyn; denn am Ende würde doch allemal noch die Frage übrig bleiben, wie es komme, daß der gelindeste Druck auf die entblößte Muskelfaser die Reizbarkeit erwecke, und hingegen der stärkste Druck oder Stoß in einem bedekten Muskel dieses zu leisten unvermögend sei? Ich glaube aber, diese Schwiertgkeit läßt sich leicht he-

ben, wenn man nur ein wenig über die verschiedne Natur, Beschaffenheit und Kennzeichen der wirkenden und der erregenden Ursache nachdenkt. Ist der Nervensaft die wirkende Ursache der Muskelbewegung, so wird sich allerdings der Muskel jedesmal zusammenziehen müssen, wenn jener Flüssigkeit eine Bewegung mitgetheilt wird, welche hinreichend ist, eine Zusammenziehung zu bewirken, weil in dem Falle, wenn der Nervensaft die Ursache der Zusammenziehung der Muskelfaser ist, die Wirkung nothwendig hervorgebracht werden, und in genauem Verhältniß mit ihrer Ursache stehen muß. — Nach diesem Gesetze erfolgen alle Erscheinungen der Natur, und ohne dasselbe würde in der ganzen Naturlehre nichts gewisses seyn. Bei der erregenden Ursache hingegen ist es anders. Hier bedarf es keiner Zusammenstimmung, keines so genauen Verhältnisses zwischen der Ursache und der Wirkung, die eine kann größer als die andre seyn, die Wirkung kann in eben dem Verhältniß abnehmen, als die Ursache zunimmt, oder gar vernichtet werden, weil hier nicht eine wahre Ursache, sondern mehr Veranlassung, Werkzeug der Wirkung vorhanden ist. Beim Kitzeln sehen wir ein deutliches Beispiel hievon. Die gelinde Berührung einer Feder kann einem Menschen die gewaltsamsten bis zur Wuth steigenden Bewegungen und Zuckungen verursachen; nimmt aber der Druck auf der

nämlichen Stelle zu, so hören die Zuckungen auf und die Ruhe wird wieder hergestellt. Es kann also die erregende Ursache zunehmen, ohne daß die Wirkung zunimmt, ja diese kann endlich gar verschwinden; und es ist daher nicht unmöglich, daß, wenn gleich die Bewegung des Nervensafts zunimmt, demohngeachtet der Muskel schlaff bleibt. Bei erregenden Ursachen darf man daher nicht blos auf das intensive Maas der Wirkung, sondern auch auf die Beschaffenheit, die Umstände, den Ort und die Zeit Rüksicht nehmen, da durch diese Dinge die Wirkung mannichfaltig abgeändert werden, und gar vernichtet werden kann.

§ 11. Allein auch bei gelähmten Muskeln wird durch die Elektrizität eine Zusammenziehung bewirkt, wie dieses Jallabert beobachtet hat, und ich ebenfalls in Gesellschaft meines Freundes Caldani zu mehreren malen gesehen habe. Man wird hiegegen zwar einwenden, daß die in den Fasern solcher Muskeln befindliche Nervenkraft diese Wirkung hervorbringe, zumal da paralytische Theile insgemein ihre Empfindung behalten. Allein auch diese Schwierigkeit läßt sich heben. Ich habe die Schenkelnerven bei Fröschen zerschnitten, und gesehen, daß die Muskeln sich noch nach vielen Tagen, wenn ich sie reizte, zusammenzogen, welches hingegen nicht geschah, wenn ich die abgeschnittenen Nerven reizte.

Eben dieses habe ich an Lämmern und jungen Ziegen beobachtet, obgleich bei diesen der Versuch sehr schwer ist, und selten gelingt. Wäre der in den Muskeln zurükgebliebne Nervensaft die Ursache dieser Bewegung gewesen, so hätte sie nothwendig erfolgen müssen, sowohl, wenn ich die Muskeln, als wenn ich die abgeschnittnen Nerven reizte.

## Zweites Hauptstück.

### §. 12.

Nachdem ich nunmehr erwiesen habe, daß der Nervensaft nicht die wirkende, sondern blos die erregende Ursache der Muskelbewegung sei, so bleibt mir noch der Zweifel aufzulösen übrig, ob der Nervensaft bei der Bewegung des Herzens als erregende Ursache in Anschlag gebracht werden könne, wie dieses die Anhänger des Hallerschen Systems annehmen.

§. 13. Der einzige Beweis, welchen sie für diese Meinung anführen, ist blos von der Analogie hergenommen, welche überhaupt an sich selbst in der Naturlehre des thierischen Körpers nicht wohl mit Zuverläßigkeit entscheiden kann. Das Herz ist von allen übrigen Muskeln seiner Gestalt und Struktur nach sehr verschieden, aber noch weit mehr in Ansehung seiner Bestimmung und seiner Bewegungen.

Ich glaube, daß der Nervensaft keineswegés die erregende Ursache der Bewegung des Herzens sei, und daß die Nerven des leztern gar nichts zu seiner Bewegung beitragen; und dieses Urtheil glaube ich mit einem auf die Erfahrung gegründeten Beweise unterstüzen zu können, der meiner Meinung nach vollkommen hinreichend ist, jene vorgebliche Bestimmung der Nerven des Herzens zu widerlegen.

§. 14. Die Zergliederer glaubten, die Nerven wären das Werkzeug der Muskelbewegung, weil sich der Muskel zusammenzieht, wenn man seinen Nerven reizt, und hingegen unbeweglich bleibt, wenn man den Nerven zerschneidet, oder unterbindet. Das ist aber eine Erfahrung, die sich auf das Herz gar nicht anwenden läßt. Ich habe das achte Paar der Nerven und das Rükmark mit großen und starken Nadeln gereizt, und doch nie gesehen, daß deswegen das Herz seine Bewegung beschleunigt, oder selbige, wenn es still stand, wieder angefangen hätte. Ich habe zu diesem Ende eine Menge Frösche, Wasser- und Landschildkröten, Ziegen, Hunde, Kazen, und Vögel verschiedner Art geöfnet, und jedesmal die Dauer der Schläge des Herzens nach einem Sekundenpendul abgemessen. Niemals wurde die Bewegung des Herzens beschleunigt, ich mochte nun das Gehirn, oder das Rückenmark, oder die Nerven des achten Paares rei-

zen. Es mangelt also dem Herzen jene Zusammenstimmung der Bewegung mit den Nerven, die man in andern Muskeln wahrnimmt, und bisher immer als einen Beweis angeführt hat, daß die Nerven das Werkzeug der Muskelbewegung wären. Wenn nun aber die heftigsten Reize, welche an den Nerven des Herzens angebracht werden, nicht vermögend sind, die Bewegung des Herzens zu beschleunigen oder zu erneuern, wie viel weniger wird das Blut, so in den beiden Herzhölen enthalten ist, dieses bewirken können, da es nur die feinsten und mit Haut und Zellgewebe bedekten Nervenspitzen berührt.

Um das Herz zu bewegen, bedarf es auch nicht der ganzen Blutmasse, welche die beiden Herzhölen anfüllt, bedarf es auch nicht eines starken Drukes gegen die Muskelfasern des Herzens, da ein Wassertropfen, ein Haar die Zusammenziehung des Herzens bewirken kann. —

§. 15. Wenn sich eine der Herzhölen ihres Blutes entledigt hat, so hört sie auf sich zu bewegen, und die andre noch angefüllte Herzhöle sezt ihre Bewegung fort. Nimmt man an, daß das Blut der noch angefüllten Herzhöle die Nerven reize, und den Nervensaft in Bewegung setze, so müßte ja, da die Nerven beider Herzhölen in so genauer Verbindung mit einander stehen, der Nervensaft

auch in die leere Herzhöle übergehen, und die Fasern derselben zur Zusammenziehung reizen. Da dieses nicht geschieht, so wird man ja wohl auch zugeben müssen, daß die Nerven nicht die erregende Ursache und das Werzeug der Bewegung des Herzens seyn können.

§. 16. Man kann nicht wohl mit Grunde einwenden, daß die Bewegung des Herzens aufhöre, wenn man seine Nerven unterbinde, wie dieses einige Beobachter haben behaupten wollen. Denn die Unterbindung der Nerven hebt die Reizbarkeit der Muskeln nicht auf, und jedermann weis, daß das aus der Brust geríßne Herz sich noch ganze Stunden mit Lebhaftigkeit fortbewegt. Wenn daher der Reiz, nämlich das Blut, in dem Herzen zugegen ist, so wird sich selbiges, wenn gleich seine Nerven unterbunden sind, fortbewegen, wenn es anders, wie hier, seine Reizbarkeit nicht verloren hat.

Gegen den Satz, daß die Nerven nicht die Ursache der Bewegung des Herzens sind, kann das kein wichtiger Einwurf seyn, daß man alsdann den Nutzen der Herznerven nicht absehen könne. Ihr Nutzen kann mannichfaltig, wenn gleich uns unbekannt seyn. Man beweise mir erst, daß alle Nerven die nämlichen Eigenschaften besitzen, und diejenigen, welche zur Empfindung bestimmt sind, auch zur Bewegung dienen; dann will ich antwor-

ten, daß die Nerven des Herzens eben die Bestimmung haben, zu welcher die Nerven der Leber, der Nieren, der Milz und vieler andrer Theile, da sind, welche keiner Bewegung, aber wohl der Empfindung fähig sind. Es ist bekannt, daß die Nerven da, wo sie die Ursache der Bewegung sind, in den Muskeln, welche sich am häufigsten bewegen, in größerer Menge angetroffen werden, wie z. B. in den Muskeln der Augen u. s. w. Das Herz hingegen, welches ein so großer Muskel ist, und nie abläßt, sich zu bewegen, hat nur wenig Nerven.

§. 17. Das Herz ist also ein zu willkührlicher Bewegung unfähiger Muskel, da sich nicht einmal durch Reizung seiner Nerven eine Bewegung desselben erzwingen läßt. Es scheint sich in allen Thieren unwillkührlich und nur durch mechanische Kräfte zu bewegen. Eben dieses ist bis jezt die Meinung der berühmtesten Schriftsteller gewesen, wenn man die Stahlianer hiervon ausnimmt, welche keine thierische Bewegung ohne Einfluß der Seele zulassen wollen.

Indessen leidet doch dieses bis jezt als allgemein angenommene Gesez bei dem Räderthierchen eine Ausnahme. Ich habe es lange Zeit mit den besten Vergrößerungsgläsern beobachtet, und wahrgenommen, daß das Herz dieses Thierchens gegen die Spitze zu in zwei Säcke oder Blasen getheil

ist, die sich an dem breiten Theile vereinigen. Es bewegt sich nur alsdann, wenn das Thier angefangen hat, zween große Stachelkränze in der Gegend des Kopfs umzudrehen, und hört auf sich zu bewegen, wenn diese ihre Bewegung endigen. Diese beiden Bewegungen sind also nicht ganz gleichzeitig, weil das Herz nicht in einem Augenblicke mit den Stachelkränzen zugleich sich zu bewegen aufhört, noch auch mit diesen zugleich die Bewegung anfängt. Es bewegt sich schneller oder minder schnell, je nachdem die Bewegung der Stachelkränze geschwinder oder langsamer ist; und hieraus erhellet, daß die Bewegung des Herzens von der Bewegung der Stachelkränze abhänge, oder leztere wenigstens die Veranlassung oder das Werkzeug der Bewegung des Herzens seyn müsse, weil diese nach jener folgt, und mit ihr beständig in Verbindung steht.

§. 18. Das Räderthierchen bedient sich seiner Stachelkränze zum Schwimmen und zur Ergreifung seiner Nahrung. Indem es sich bewegt, so verursacht es in dem Wasser einen kleinen Wirbel oder Strudel, durch welchen die kleinen im Wasser befindlichen Körperchen gegen das Thier fortgerissen werden. Die Bewegung der Stachelkränze ist, wie man sieht ganz willkührlich, und folglich ist es auch die Bewegung des Herzens, welche allezeit auf jene folgt. Jedoch wird sie nicht so un-

mittel-

mittelbar, wie die willkührlichen Muskelbewegungen andrer Thiere, durch den Willen des Thiers hervorgebracht, weil sie ordentlicherweise nicht erfolgt, wenn nicht die Stachelkränze ihre Bewegung zuvor angefangen haben, noch auch beschleunigt wird, wenn diese nicht ihre Bewegung beschleunigen.

§. 19. Es scheint diese Bewegung des Herzens in dem Räderthierchen von dem Reize herzurühren, den die umlaufende Flüßigkeit in den Hölen des Herzens verursacht; weil das Herz noch fortfährt sich zu bewegen, wenn die Stachelkränze in Ruhe sind, und durch seine Bewegung nothwendig die Säfte des Thiers umgetrieben werden müssen. Hieraus erhellt, daß der bloße Druck, der bloße Reiz des Blutes nicht hinreichend ist, das Herz in Bewegung zu setzen, sondern die in selbigem enthaltne Flüßigkeit erst bei der Bewegung der Stachelkränze ausgeleert werden könne. Ferner hat es das Ansehen, als ob das Herz des Räderthierchens minder reizbar als in andern Thieren sei, weil es still steht, sobald die Bewegung der Stachelkränze nachgelassen hat, da es sich hingegen in andern, besonders in kaltblütigen Thieren, noch lange fortbewegt, wenn auch kein Blut mehr in die Herzhölen tritt.

Diese besondre Erscheinung macht es glaublich, daß das Herz des Räderthierchens nicht vom Nervensaft, sondern von einer gröbern und äußerlich

reizenden Flüßigkeit in Bewegung gesezt werde, weil das Thier selbiges nicht anders als unter der Bedingung, daß die Stachelkränze sich bewegen, zusammenziehen kann. Die Bewegung des Herzens folgt auf die der Stachelkränze, und also erst auf die neu erregte thierische Bewegung fester und flüßiger Theile. Am Ende liegt also aller Unterschied der Bewegung des Herzens in diesem und in andern Thieren blos darin, daß das Räderthierchen ohne Bewegung des Herzens und der Säfte leben kann, und daß sein Herz minder reizbar als in andern Thieren ist.

Könnten wir ohne Kreislauf des Blutes leben, so würde, wenn das Herz einmal stillstände, die Erneuerung seiner Bewegung von unsrer Willkühr abhängen, so wie wir selbige durch starke Bewegung der unserm Willen unterworfnen Muskeln, durch Laufen, und andre Mittel, welche den Zufluß des Bluts nach dem Herzen vermehren, beschleunigen können. Wir würden sodann, so wie das Räderthierchen, unser Herz nach Belieben bewegen können. Wirklich sehen wir eine solche Erneuerung der Bewegung des Herzens nicht selten bei Ohnmachten und bei Ertrunkenen sich ereignen. Das Erschüttern der Brust, das Einblasen der Luft in die Lungen, sind oft im Stande, Menschen, welche tod zu seyn scheinen, und alle Bewegung und Empfindung verloren haben, ins Leben zurükzurufen.

§. 20. Da es nunmehr erwiesen ist, daß der Nervensaft nicht die wirkende Ursache der Muskelbewegung, und bei dem Herzen nicht einmal die erregende Ursache der Bewegung sei, so folgt hieraus auch, daß die Reizbarkeit der Muskelfasern des Herzens nicht von dem Nervensaft abhänge, sondern das venöse Blut die einzige und wahre erregende Ursache der abwechselnden Bewegungen des Herzens sei. Es wird nunmehr nicht überflüßig seyn, einige der wichtigsten Einwürfe, die man dem Hallerschen System von der Reizbarkeit entgegengesezt hat, zu beantworten, und zwar zuerst diejenigen, welche man von der Frage, ob sich das Herz in der Systole ganz ausleere, hergenommen hat.

## Drittes Hauptstük.

### §. 21.

Senac und Weitbrecht behaupten, das Herz sei niemals ganz leer von Blute, und daher ist der Einwurf gegen die Reizbarkeit genommen worden, daß, wenn immer Blut in dem Herzen zurükbleibt, lezters beständig zusammengezogen bleiben müste, und nie einer Erschlaffung fähig seyn würde, weil es vom Blute beständig gereizt werden müste.

§. 22. Um diesen Satz zu bestätigen, hat man als ausgemachte Erfahrungen angeführt; daß in den Hölen des toden Herzens immer viel Blut gefunden werde, daß, wenn die Holader unterbunden worden, weder die Vorkammern des Herzens, noch die Herzhölen sich ausleeren, daß die mondförmigen Klappen der beiden großen Schlagadern, die in selbige dringende Blutsäule, zu der Zeit, wenn sie sich vor die Oefnung der Schlagadern legen, gleichsam in zween Theile zertheilen, und also ein Theil des Blutes wieder in die Herzhölen zurücktrete.

Was die erste Erfahrung anbelangt, so ist das Herz des toden Thieres nicht mehr in seinem natürlichen Zustande, es verliert in den lezten Augenblicken des Lebens einen Theil seiner Reizbarkeit, und zieht sich mit immer abnehmender Kraft zusammen, daher es auch nothwendig eine weit geringere Gewalt anwendet, sich des Blutes zu entledigen; und es ist also nicht zu verwundern, wenn sich nach dem Tode des Thieres Blut in den Herzhölen findet. Die Bewegung der Vorkammern und ihrer Ansätze erhält sich am längsten in dem sterbenden Thiere, und das Blut wird durch selbige noch in die Herzhölen getrieben, wenn diese schon leblos und gänzlich erschlaft sind.

Die Erscheinungen, welche sich nach Unterbindung der Hohladern in dem Herzen vereinigen,

beweisen wenig oder gar nichts; weil die Kranzvenen des Herzens (venae corronariae) beständig Blut ins Herz ergießen, und es daher etwas ganz natürliches ist, wenn sich noch Blut in der rechten Vorkammer und in der rechten Herzhöle findet.

§. 23. Die angegebene Wirkungsart der mondförmigen Klappen scheint gewiß zu seyn, und es läßt sich vermuthen, daß die großen Schlagadern, indem die Klappen sich ausbreiten, etwas Blut ins Herz zurücktreiben müssen; wenn man zugiebt, daß die Schlagadern beständig mit Blut angefüllt sind, und zwischen ihrem Anfang und dem Ursprung der Klappen kein leerer Raum vorhanden ist.

Man hat aber behauptet, es entstehe ein solcher leerer Raum durch den starken Druck des Herzens auf das Blut, welches dadurch weiter fort in die Schlagadern getrieben werde, und so einen leeren Raum zwischen den Klappen und den Herzhölen zurücklasse.

§. 24. Dieses Vorgeben kann aber auf keine Weise bestätigt werden, und hat die Erfahrung gegen sich. Ich habe bei mehreren Ziegen die Brusthöle geöfnet, und die große Schlagader gleich bei ihrem Ursprung unter den Klappen durchstochen, worauf das Blut sowohl bei der Erweiterung als bei der Zusammenziehung, wiewohl, wenn das Herz sich zusammenzog, mit größerer Heftigkeit,

durch die Oefnung hervordrang. Bei andern Thieren habe ich auch mit glühenden kegelförmigen Eisen ein rundes Loch in die große Schlagader an der nämlichen Stelle gebort, und gesehen, daß ebenfalls sowohl bei der Zusammenziehung als bei der Erweiterung der Schlagader Blut herausdrang. Zuweilen gelang mir der Versuch in zwo Minuten, oder auch in noch kürzerer Zeit. Das Herz schlug bei diesen Versuchen sehr heftig, und zuweilen schien es sich sogar mit größerer Gewalt als gewöhnlich zu bewegen. Es war also Blut zunächst am Herzen in der großen Schlagader vorhanden, weil auch alsdann, wenn sie sich zusammenzog, Blut herausfloß.

§. 25. Wollte man aber auch jenen leeren Raum am Ursprung der großen Schlagader zugestehen, so würden doch aus selbigem mancherlei für die thierische Maschine nachtheilige Folgen entstehen. — Dieser leere Raum zwischen den Klappen und dem Herzen müste nämlich länger als zwo bis drei Linien seyn, weil man ihn von dem Mittelpunkt der Oefnung der Herzhölen an, welcher niedriger ist, als der Anfang der Schlagadern, bis zu den knorplichen Knötchen der Klappen, wenn diese durch das aus dem Herzen getriebne Blut an die Wände der Schlagadern gedrükt sind, messen müste, da sonst die Klappen, indem sie sich ausbreiten, und an die Mündung der Schlagadern schlie-

ßen, gegen das unter ihnen nach dem Herzen hin befindliche Blut stoßen müsten.

Es ist eine physisch gewisse Wahrheit, daß in dem Augenblicke, wo ein leerer Raum entsteht, aus jeder Flüßigkeit Luft entbunden wird, zumal wenn die Flüßigkeit warm ist. Es würde sich also auch hier aus dem Blute Luft entwickeln, den vorgeblichen leeren Raum ausfüllen, und dann von der nächstkommenden Blutsäule zum gewißesten Nachtheil des Thieres in die Schlagadern getrieben werden. Man hat aber nie gesehen, daß das Blut der großen Schlagadern, wie doch aus jener Hypothese nothwendig folgen müste, mit Luft vermischt gewesen wäre.

§. 26. Man kann aber noch mehrere Gründe gegen jenen vorgeblichen leeren Raum anführen. Denn wäre selbiger vorhanden, so müsten, wenn die Brust geöfnet wird, die großen Schlagadern, bei ihrem Ursprunge, von dem Drucke der äußern Luft zerrissen werden, welche, indem sie zugleich auf das Herz drückte, das Blut aus selbigem, noch ehe es sich zusammenziehen könnte, fortreiben würde.

§. 27. Die große Schlagader ist also immerfort mit Blut angefüllt, und die Klappen werden daher, indem sie sich vor ihre Oefnung breiten, die in ihr enthaltne Blutsäule durchschneiden müssen. — Und zwar wird hiebei nicht nur das von den Klap-

pen zurükgehaltene Blut in das Herz zurükkehren, sondern auch noch überdies neues Blut, und zwar nicht in geringer Menge aus den Schlagadern in das Herz zurükkehren.

Die an den Wänden der Schlagadern ausgedehnten und ausgebreiteten Klappen werden blos durch den Druck des zurükkehrenden Blutes wieder aufwärts getrieben; und daher wird alles Blut, was bereits bis zur Höhe der ausgebreiteten Ränder der Klappen gekommen ist, durch die Schlagader nach dem Herzen zurükeilen, und in der ganzen Zeit, welche die Klappen anwenden, um sich ganz vor die Oefnung der Schlagadern zu schliessen, wird immer neues Blut zurükfließen. Man muß sich nur vorstellen, daß das Blut in den zusammengedrükten Schlagadern von den Wänden derselben weg, und gegen die weitere Mündung dieser Kanäle, welche sich, je mehr sie sich vom Herzen entfernen, desto mehr der kegelförmigen Gestalt nähern, getrieben wird.

Ich will suchen, die Wahrheit meiner Behauptung durch eine sinnliche Vorstellung begreiflicher zu machen. H R S H R S. (Fig. 1.) bezeichne die ausdehnbaren Seitenwände eines Kanals, der sich gegen S S erweitert, und daselbst an die Oefnung der Höle S M S anstoße. R A, R A sind zwo biegsame Klappen, die sich um R R

als ihre Befestigungspunkte bewegen. Man nehme an, der Kanal RHRH sei mit einer Flüßigkeit angefüllt, welche, durch die sich verengernden Seitenwände desselben gedrükt, sich gegen die Oefnung SMS wende. CENNCE stellen drei Säulen dieser Flüßigkeit vor, deren Grundflächen an die Ränder der Klappen AA, oder an die punktirte Linie CNC anstoßen. Gesezt, daß die Geschwindigkeit dieser drei Säulen oder Ströme gleich sei, so werden sie auch in gleichen Zeiten gleiche Räume durchlaufen müsten, daher in dem nämlichen Verhältniß, in welchem die beiden Säulen CE, CE sich zwischen die Klappen AR, AR und die Seitenwände FR, FR begeben werden, die mittlere Säule NN den Punkt O erreichen wird; so daß, wenn die höchsten Punkte der Klappen AA, indem sie die Bogen CO, CO beschreiben, in O eintreffen werden, auch die Grundfläche der mitlern Säule NN, bereits O erreicht haben wird, und zugleich auch alle andre zwischen CE, CE befindlichen Säulen, die Linie ROR berühren werden. Es wird daher der ganze flüßige Cylinder oder vielmehr der stumpfe Kegel RA, AR, welcher zur Grundfläche RR und zur Höhe RA, oder welches einerlei sagen will, den Durchmesser des Gefäßes und die Höhe der Klappen hat, zur obersten Gränze die Linie ROR haben. Es wird daher in dem nämlichen Augenblicke, da die Klappen RA, RA

die Oefnung ROR verschließen, die ganze Säule RFFR, in die Höle SMS eingedrungen seyn, wenn nämlich die Klappen vorher die Seitenwände RF, FR berührt halten. — Da nun aber die Flüßigkeit an den Seitenwänden eines Kanals eine geringere Geschwindigkeit, als um die Mitte desselben hat, und die Klappen mehr oder weniger widerstehen, zumal im Anfang des Druckes der Flüßigkeit, und wenn der Winkel FRA, FRA = o ist, so werden sich die Klappen nur allmälig von den Wänden des Kanals entfernen, und ihre Geschwindigkeit der Geschwindigkeit der zurükbleibenden Flüßigkeit, so lange sie nicht in O eintreffen, nicht gleich seyn, und es wird daher noch mehr Flüßigkeit, als ich angenommen habe, in SMS eindringen.

Der Kanal RHHS, RHHS stellt die große Schlagader vor; RA, RA sind die mondförmigen Klappen; SMS ist die geöfnete Herzhöle; CE, NN, CE das Blut der großen Schlagader. Es wird also, wenn die großen Schlagadern sich zusammenziehen, das Blut gegen das Herz zurükgetrieben werden, und in die Herzhölen dringen, wenn diese leer und es aufzunehmen bereit sind.

Es giebt aber noch andre unmittelbare Beweise, welche uns von dieser Wahrheit mehr überzeugen können. Ich habe vermittelst einer großen Spritze

warmes Wasser in die große Schlagader getrieben, und damit diesen ganzen Kanal angefüllt. Einen Augenblick zuvor hatte ich die noch warme Schlagader wenig Linien unter den Klappen durchstochen. Das Wasser floß daselbst in nicht geringer Menge ab, so lange die Klappen noch nicht verschlossen waren, hörte aber auf zu fließen, sobald sich diese vor die Oefnung gelegt hatten.

Den nämlichen Versuch habe ich zu mehreren malen mit der menschlichen Aorta angestellt. Ich durchstach sie bei ihrem Ursprung an der hintern Herzhöle, und dann unter dem Ursprung der Hals- und der Schlüsselschlagader. Ich trieb hierauf mit Gewalt laues Wasser in den Bogen der großen Schlagader, und sahe so, wie bei dem vorhergedachten Versuche, das Wasser unter den Klappen, die ganze Zeit über, da sie sich ausbreiteten, und noch nicht die Oefnung verschlossen hatten, hervorkommen.

Ich schnitt in die große Schlagader gleich unter den Klappen, und füllte sie mit Wasser bis an den Anfang des Kanals, wo sie mit einer seidnen Schnur gebunden war. Hierauf drükte ich sie nahe an der Unterbindung mehr oder weniger, geschwinder oder langsamer, und sahe dabei allezeit eine Menge Wasser zwischen den Klappen hervor kommen, dessen Menge unstreitig größer war, als die des wenigen Wassers, so unter den Klappen gegen

das äußre Ende des Kanals zurükgeblieben war. Bei diesen Versuchen war die große Schlagader allezeit dergestalt in die Höhe gebogen, daß kein Wasser herausfließen konnte.

Es erfolgen allezeit die nämlichen Erscheinungen, man mag bei einem menschlichen Leichnam, oder bei einem eben gestorbnen Thiere Wasser in die beiden großen Schlagadern treiben.

Hat man an den beiden Herzhölen gegen die Spitze derselben eine Oefnung gemacht, so fließt aus ihnen das Wasser allemal häufig heraus, wenn man solches in die großen Schlagadern gesprizt hat.

§. 28. Das Blut, welches bei lebendigen Thieren von den sich verengernden Schlagadern gedrükt wird, kehrt mit großer Heftigkeit gegen das Herz zurük, stößt an die Klappen, treibt sie auseinander, und verschließt am Ende diese Kanäle. Die Blutsäule bleibt alsdann, von den Klappen getragen, ohne einige Bewegung. Es wird nunmehr von neuem Blut aus den Herzhölen getrieben, welches gegen die ausgebreiteten Klappen stößt, sie öfnet, gegen die Wände der Schlagadern drükt, und die nur durch ihr eignes Gewicht wiederstehende Blutsäule mit Gewalt forttreibt. Der wichtigste Nutzen der Klappen besteht also wahrscheinlich nicht in der Verhinderung der Rükkehr des Blutes nach den Herzhölen, sondern darinn, daß

durch sie die Gewalt des gegen die Klappen drückenden Bluts gebrochen, und also der Widerstand, den das zunächst aus den Herzhölen getriebne Blut findet, vermindert wird. Sie dienen aber auch dazu, die allzugroße Ausdehnung und endliche Lähmung der Herzhölen zu verhindern. Wären die Klappen nicht, so würden die Herzhölen übermäsig ausgedehnt werden, da sie alsdann, unfähig den Widerstand des von den Schlagadern zurükkehrenden Bluts zu überwinden, nie sich ganz würden ausleeren können. Endlich dienen auch die mondförmigen Klappen zur Beförderung des Kreislaufs, indem sie gleichsam dem in die Schlagadern getriebnen Blute seine Bahn bezeichnen. Das Blut, welches von der Zusammenziehung der Gefäße mit Gewalt rükwärts getrieben wird, findet an den Klappen, wenn sie nun verschlossen sind, einen Ruhepunkt, wo es wieder umzukehren, und sich gegen die mehr verengerten Kanäle zu wenden genöthigt wird, da es sich hingegen, wenn die Klappen nicht wären, leichter nach dem Herzen, wo sich die Schlagadern erweitern, wenden würde.

§. 29. Die Kranzschlagadern des Herzens scheinen einen bisher noch unbekannten Nutzen zu haben. Ihre Mündungen befinden sich nahe bei den Rändern der mondförmigen Klappen, nicht unterhalb derselben nach dem Herzen. Diese Einrichtung scheint sehr bequem zu seyn, um die Menge

und Gewalt des von den Schlagadern her zurük-kehrenden Herzens zu vermindern. Die Blutsäule drükt daher nicht mit ihrer ganzen Kraft auf die Klappen, weil in eben dem Verhältniß, als diese sich schließen, ein Theil des Blutes in die Kranz-schlagadern übergeht. Wenn diese leztern verschlos-sen sind, so können, wie ich gefunden habe, schon von zwei Dritteln der Kraft, mit welcher das Blut der Schlagadern zurükkehrt, die mondförmigen Klappen der Aorta zerrissen werden.

Diese Erfahrungen beweisen deutlich, daß die mondförmigen Klappen in der Aorta lebender Thiere weit mehr, als Tabor angegeben hat, nehmlich weit über 30 Pfund Blut tragen können. Die Abwe-senheit ähnlicher Schlagaderöfnungen in der Lun-genschlagader, scheint jenen von mir angegebnen Nutzen der Kranzschlagadern eher zu bestätigen, als zu widerlegen, indem sie bei der Lungenschlagader nicht nur unnüz, sondern auch sogar dem Kreis-lauf des Blutes durch die Lungen nachtheilig gewe-sen seyn würden. Das Blut der Lungenschlagader kehrt mit weit geringerer Gewalt nach der rechten Herzhöle zurük, auch verknöchern sich und zerreis-sen die Klappen der Aorta weit öfter, als die der Lungenschlagader, obgleich leztere viel schwächer als jene sind. Dies vorausgesezt, sieht ein jeder ein, daß, wenn die Lungenschlagader Aeste, welche den Kranzschlagadern glichen, abwürfe, die Gewalt

des in ihr befindlichen Blutes durch diese Aeste ohne Nutzen gebrochen, und nur die Menge des in die Lungen übergehenden Blutes vermindert werden müste. Befänden sich die Kranzschlagadern unterhalb des Ursprungs der mondförmigen Klappen, so würde das Blut mit größerer Geschwindigkeit in sie gedrungen, und der Umlauf in ihnen schneller vollbracht worden seyn: und hieraus folgt, daß ihnen die Natur, den Ort, an welchem sie sich wirklich befinden, nicht deswegen anwies, um den Eintritt des Blutes aus der linken Herzhöle in selbige zu erleichtern.

## Viertes Hauptstück.

### §. 30.

Es ist nunmehr also erwiesen, daß ein Theil des arteriösen Blutes in das Herz zurükkehrt; hieraus wird man aber noch nicht folgern können, daß der Reiz des in die Herzhölen wieder aufgenommenen Blutes so kräftig und so anhaltend sei, daß das Herz deswegen beständig zusammengezogen bleiben müste. Wären auch die Bewegungen des Herzens und der beiden großen Schlagadern gleichzeitig, so könnte ich mir doch nicht vorstellen, daß das Blut dieser beiden Schlagadern in die Herzhölen, wenn selbige zusammengezogen sind, dringen könnte.

Es ist gewiß, daß das mit so großer Gewalt aus den Herzhölen getriebne Blut immer den Rükfluß des arteriösen Blutes in die schon ganz geschloßnen Herzhölen verhindern muß; daher denn auch die Frage, ob Blut ins Herz zurükkehre oder nicht, und ob es von den Klappen gegen das Herz zurükgetrieben werde, mit der Lehre von der Reizbarkeit in keiner Verbindung steht, weil das Blut die Herzhölen, welche es nicht berührt, nicht reizen, noch das Herz, auf welches es nicht wirkt, in der Zusammenziehung erhalten kann.

§. 31. Die Frage, ob sich die Herzhölen ihres Blutes gänzlich entledigen oder nicht, bleibt also unentschieden, und die Gründe, welche man angeführt hat, um zu beweisen, daß sich die Herzhölen ganz ausleeren, sind unzureichend.

Haller hat die Beobachtung gemacht, daß das Herz des Hühnchens im bebrüteten Ei, bei der Zusammenziehung sich alles Blutes entledige, und daß das Herz kaltblütiger Thiere bei der Zusammenziehung blaß werde. Durch leztgedachte Bemerkungen wird zwar eigentlich blos erwiesen, daß sich die Menge des Blutes in den bereits zusammengezognen Herzhölen sehr vermindere; indem das Herz alsdann nur in Vergleichung mit der dunkelrothen Farbe des Bluts, die vorher durch die Seitenwände der Herzhölen durchschimmerte, blaß

blaß wird. Man weis, daß die Seitenwände des Herzens in kaltblütigen Thieren dünner und durchsichtiger sind, als in warmblütigen, und Haller hat also auch wahrscheinlicherweise, da er von dem Erblassen des Herzens in der Systole redet, nur die verminderte Röthe gemeint.

Die erstere an dem bebrüteten Ei angestellte Beobachtung ist ohnstreitig von großem Gewicht, wiewohl es vielleicht nicht möglich seyn möchte, sich ganz unfehlbar zu überzeugen, daß das Herz in dem bebrüteten Ei sich bei der Zusammenziehung ganz ausleere; weil es sehr schwer ist, die Herzhölen zu der Zeit, wenn sie sich zusammenziehen, unter dem Brennpunkt des Mikroskops zu behalten, und vielleicht das wenige Blut, das in dem ganzen Raume der Herzhölen, und den kleinen Vertiefungen ihrer Seitenwände hier und da zertheilt, zurükbleiben kann, nicht einmal durch Vergrößerungsgläser sichtbar ist. Bei größern Thieren und bei dem Menschen kann die Menge des im Herzen zurükbleibenden Blutes viel größer seyn, da der innere Raum der Herzhölen ungleich weiter, und die Vertiefungen, so sich zwischen den unregelmäßig vertheilten Muskelsträngen ihrer innern Seitenwände befinden, viel größer sind. Zwar wird das Herz kaltblütiger Thiere während der Zusammenziehung blaß, weil die dünnen durchscheinenden Seitenwände der Herzhölen, zu der Zeit, wenn



Bayerische
Staatsbibliothek
München

das Herz vom Blute ausgedehnt ist, eine nach Verhältniß dunklere Röthe durchscheinen lassen. Allein meine Erfahrungen überzeugen mich, daß die eigentliche Substanz des Herzens, sowohl als andrer Muskeln, auch bei kaltblütigen Thieren während der Zusammenziehung, eine röthere Farbe zeigt, wenn man nur aufmerksam und ohne Vorurtheil beobachtet. Dieses ist auch ganz natürlich, weil sich alsdann die rothen Gefäße einander nähern, und über einander anhäuffen. Eben dieses geschieht auch bei der Zusammenziehung der Lunge oder bei dem Ausathmen. Die Lunge wird alsdann röther denn vorher, ob sie gleich nicht so viel Blut erhält, als bei dem Einathmen, weil nämlich die rothen Gefäße bei dem Ausathmen näher zusammentreten, und sich hingegen bei dem Einathmen mehr von einander entfernen.

§. 32. Da bei dieser Untersuchung so viel ungewisses ist, so glaube ich dennoch, daß wenigstens bei warmblütigen Thieren die Herzhölen sich nicht alles Blutes bei der Zusammenziehung des Herzens entledigen. Schon ihr innerer Bau macht dieses wahrscheinlich, da sie inwendig überall Vertiefungen, Furchen, und Hervorragungen haben. Ihre fleischige Substanz ist überdies bei erwachsnen Menschen, bei großen Thieren, und besonders bei Vögeln sehr dicht, hart, und mit dicken starken Muskelsträngen durchwebt; lauter Umstände, welche

nothwendig die gänzliche Ausleerung des Herzens verhindern müssen.

§. 33. Ich unterband den Sack der Lungenvenen an der linken Vorkammer des Herzens, um den Eintritt des Bluts aus den Lungen zu verhindern, und machte sodann einen Einschnitt an der großen Schlagader, gleich beim Ursprung der halbmondförmigen Klappen, um die Rükkehr des Schlagaderblutes zur Herzhöle zu verhindern. Nach verschiednen Zusammenziehungen des Herzens, die ich durch Stechen mit einer Nadel noch mehr verstärkte, riß ich das Herz aus der Brusthöle, und fand, da ich es öfnete, in der Gegend der Herzspitze etwas Blut, obwohl in geringer Menge. Bei einigen andern Versuchen füllte ich eine oder beide Herzhölen mit Blut oder Wasser, und drükte sie darauf, um die Bewegung des Herzens so gut als möglich nachzuahmen, schnell zwischen zween Schwämmen zusammen. Allezeit fand ich, daß nach dem Zusammendrücken etwas Flüßigkeit, und zwar bei erwachsenen Thieren in größerer Menge, in der Herzhöle zurükgeblieben war. Bei diesen Versuchen hatte ich allezeit die Vorsicht gebraucht, das Herz nicht nur von den großen Schlagadern, sondern auch von den venösen Säcken und Herzhölen zu trennen.

§. 34. Dieser Beweis würde freilich alles Gewicht verlieren, wenn man ihn auf kaltblütige

Thiere anwenden wollte, deren Herz viel weicher ist, und leichter nachgiebt, als bei warmblütigen Thieren. Das Herz kann sich wirklich bei ihnen ganz ausleeren, daraus folgt aber noch nicht, daß es sich auch bei andern Thieren ganz ausleeren müsse, denn die Analogie kann bei einem so verschiednen Bau nicht statt finden, und es kann sogar die nämliche Ursache, welche bei den einen die gänzliche Ausleerung des Herzens verursacht, selbige bei den andern verhindern.

§. 35. Da man auf die weichere Beschaffenheit des Herzens bei kaltblütigen Thieren nicht so sehr Rüksicht genommen hat, als man wohl hätte thun sollen, so hat das zu einem andern Irrthum Anlaß gegeben, in welchen viele große Beobachter verfallen sind, daß sich nämlich bei Aalen, Schildkröten und Schnecken die Spitze des Herzens während der Zusammenziehung von dem breiten Ende entferne.

In meiner schon vor vielen Jahren herausgegebnen Schrift über die thierische Empfindlichkeit und Reizbarkeit, habe ich angemerkt, daß man mit Unrecht diese Thiere von den Gesetzen ausnehmen wolle, denen alle übrige Thiere in Ansehung der Bewegung des Herzens unterworfen sind; habe auch ebendaselbst meine Gedanken über die Ursache dieses Irrthums zu erkennen gegeben, welche aber durch ein Versehen beim Abschreiben hin und

wieder verunstaltet worden sind. Ich hatte nämlich in meiner Originalhandschrift angemerkt, daß wenn man einen Aal so legt, daß die Spitze seines Herzens auf den breiten Theil drükt, das Herz wirklich bei der Systole sich verlängert, und mithin die Spitze von dem entgegengesezten Ende zurükweicht. Dieses geschieht auch bei Schildkröten, und andern kaltblütigen Thieren. Der von der Spitze gedrükte breite Theil des Herzens erweitert sich und wird sichtlich flacher, und was zwischen der Spitze und dem breiten Theile ist, wird durch den Druck genöthigt, sich auszudehnen, daher denn der ganze Muskel einsinkt und niedriger, mithin auch das Herz kürzer und breiter wird. Dieser Umstand ist bei Aalen am merklichsten, weil bei diesen Thieren das Herz gleichsam verkehrt liegt, und verhältnißmäßig viel länger als bei andern kaltblütigen Thieren ist. Das Herz der Schildkröten ist nach meinen Erfahrungen viel breiter als lang.

Ein Blick auf die zweite Figur wird meine Meinung verständlicher machen. AOM ist das Herz des Aals in seinem natürlichen Zustande der Erschlaffung: O ist die Spitze, und AM der breite Theil des Herzens: ARM der Umkreis des Herzens bei der Zusammenziehung, in welcher die Spitze R dem breiten Theile näher als vorher in O ist, so wie das bei allen Thieren geschieht. Nun setze man aber den Fall, das Thier befinde sich in

einer solchen Lage, daß die Spitze O, oder vielmehr alle Theile, welche sich zwischen ihr und dem breiten Theil A M befinden, auf diesen lezten drücken, und das Herz so weich sei, wie es wirklich bei Aalen, Schildkröten und überhaupt bei allen kaltblütigen Thieren ist. In diesem Falle wird die Spitze von O so weit herabsinken, daß sie bis in C kömmt, und mithin das Herz sich vermöge seiner natürlichen Schwere mehr verkürzen muß, als bei der gewöhnlichen Zusammenziehung geschieht. Wenn es sich nun in dieser Lage A C M zusammenzieht, so ist leicht einzusehen, daß es sich bis in R wird verlängern müssen, weil nach der obigen Angabe die Spitze des Herzens bei der gewöhnlichen Zusammenziehung in R eintrift. — Diese Entfernung der Spitze des Herzens von dem breiten Theile, welche sich in kaltblütigen Thieren bei der Systole ereignet, ist zuweilen so ansehnlich, daß sie $\frac{2}{3}$ der natürlichen Länge des Herzens beträgt: wie ich denn mehrmals bei Fröschen gesehen habe, daß die Spitze des Herzens, das etwa 3 Linien lang war, sich bei der Zusammenziehung über 2 Linien von dem breiten Theile entfernte, nachdem sie zuvor ganz eingesunken, und das Herz gleichsam ganz in eine breite Fläche zusammengedrükt gewesen war.

So wie sich das Herz kaltblütiger Thiere, wenn man es in einer solchen Lage betrachtet, verlängern,

und die Spitze von dem breiten Ende zurükweichen muß, so würde auch das nämliche bei jedem andern Thiere erfolgen, wenn man durch irgend einen äusserlich angebrachten Druck die Spitze des Herzens näher an den breiten Theil brächte, als sie bei der gewöhnlichen Zusammenziehung zu seyn pflegt; denn alsdann würde das Herz genau wieder die Länge annehmen, die es zufolge seines wesentlichen Baues und der natürlichen Zusammenziehung seiner Muskelfasern hat. Man sieht aber, daß sich hieraus keine Folgerung auf die Zusammenziehung des Herzens in kaltblütigen sowohl als andern Thieren, wenn solche bei einer natürlichen und unverrükten Lage des Herzens erfolgt, ziehen läßt.

§. 37. Nach alle dem, was ich gesagt habe, läßt sich nicht zweifeln, daß in den Herzhölen, auch dann, wenn sie zusammengezogen sind, wenigstens bei warmblütigen Thieren, Blut zurükbleibe. Wenn sodann das Herz erschlaft ist, so drücken die beiden großen Schlagadern einen Theil ihres Blutes in die Herzhölen zurük, in welche es erst nach Verschließung der Klappen zu fließen aufhört. So geschieht es also, daß zur Zeit der Erschlaffung des Herzens das venöse Blut, welches in die Herzhölen tritt, mit demjenigen, welches aus den großen Schlagadern zurükgetrieben worden, und mit dem Blute, welches bei der Systole zurükgeblieben ist, zusammentrift.

§. 38. Die Frage, ob die Klappen Blut aus den Schlagadern gegen das Herz zurüktreiben, und ob überhaupt ein Theil des vom Herzen in die Schlagadern getriebnen Blutes in die Herzhölen zurükkehre, ist für das System der thierischen Reizbarkeit ganz und gar ohne Folgen, weil das Schlagaderblut doch nicht eher in das Herz tritt, als wenn selbiges erschlaft ist, und das venöse Blut in die Herzhölen strömt. Die beiden Blutsäulen des zurükkehrenden und des neuangekommnen Blutes vereinigen sich alsdann, erregen die erloschne Reizbarkeit wieder, und so zieht sich das Herz von neuem zusammen.

Nur dasjenige Blut, welches in den sich zusammenziehenden Herzhölen zurükbleibt, verdient, seiner geringen Menge ungeachtet, eine genauere Untersuchung; da man, wie die Gegner des Hallerschen Systems wirklich gethan haben, einwenden könnte, daß, wenn immer Blut in dem Herzen zurükbleibe, das Herz auch immerfort zusammengezogen bleiben müsse, weil, wenn das Blut die Ursache der Zusammenziehung sei, das Herz immerfort zur Zusammenziehung gereizt werden müsse.

Man hat diese Schwierigkeit durch die Antwort zu heben gesucht, daß, wenn auch etwas Blut in den Herzhölen zurükbleibt, die Menge desselben doch viel geringer sei, als die Menge des-

jenigen Bluts, welches aus den Vorkammern in die Herzhölen tritt, und folglich auch nicht den nämlichen Reiz bewirken könne. Allein die Erfahrung lehrt, daß ein kleiner Tropfen Bluts oder einer andern Feuchtigkeit die Reizbarkeit des Herzens wieder erregen kann. Ich habe oft bemerkt, daß sich das Herz, besonders bei jungen Thieren, bei der kleinsten Berührung der Luft oder eines Wassertropfens zusammenzieht; auch ist es bekannt, daß sich das Herz fortbewegt, wenn auch nur sehr wenig Blut in ihm zurükgeblieben ist.

Haller selbst sagt mit deutlichen Worten: die kleinste Quantität Blut sei hinreichend, die Bewegung des Herzens zu erregen, und er habe gesehen, daß, wenn er auch bei lebendigen Thieren das Blut mit aller Gewalt aus den Herzhölen herauszudrücken versücht hätte, dennoch das wenige noch zurükgebliebne Blut hinreichend gewesen sei, das Herz zu reizen, und in Bewegung zu setzen.

§. 39. Diese Schwierigkeit, welche von dem anhaltenden Reize hergenommen ist, den das Blut in den Herzhölen hervorbringen muß, wird noch beträchtlicher, wenn man bedenkt, daß sich das Herz zu bewegen fortfährt, wenn die großen Schlagadern unterbunden, und die Herzhölen mit Blut angefüllt sind. Dieses ist eine ausgemachte Thatsache, und kann nach Gefallen an bei-

den Herzhölen auf gleiche Art beobachtet werden. Hier ist gewiß der Reiz sehr groß, und wird in keinem Augenblicke vermindert, und dennoch erschlaft das Herz zwischen den Zusammenziehungen. Man hat Steine, Knochen und Würmer im menschlichen Herzen gefunden, und ich habe oftmals versucht, das Herz in dem Augenblicke, da es erschlaft, durch Stechen zu reizen; aber demohngeachtet bleibt es nicht zusammengezogen, kann auch durch die kräftigsten Reize, durch Aezmittel, scharfe Spitzen, glühende Metalle, nicht in beständiger Zusammenziehung erhalten werden.

Diesen wichtigen Einwurf habe ich mir schon in meiner zu Lausanne gedrukten Schrift über die thierische Reizbarkeit und Empfindlichkeit gemacht, und durch Festsetzung des Unterschieds zwischen der bewirkenden und erregenden Ursache, bewiesen, daß das Blut eben so wenig als andre, die Muskelfasern treffende Reize, die bewirkende Ursache der Zusammenziehung des Herzens sei. Ich glaubte auf diese Art erwiesen zu haben, daß die erregende Ursache eine Wirkung hervorbringen könne, die ungleich größer als sie selbst ist.

Je mehr die Muskelfasern zusammengezogen sind, desto mehr streben sie, sich durch die in ihnen selbst während, und vermittelst der Zusammenziehung thätig gewordne Schnellkraft auszudehnen,

und da nun also leztere im Verhältniß der Zusammenziehung steht, so muß sie die Muskelfasern auch bei fortdauerndem Reiz in ihren ursprünglichen Zustand der Erschlaffung versetzen. Dieses ist die Beantwortung jenes Einwurfs, den ich in meiner obgedachten Schrift gegeben habe.

§. 40. Andre haben sich auf das bekannte Gesetz der Wiederherstellung bezogen, welches die elastischen Körper, so wie die ausgedehnten Fasern befolgen. — Diese, und andre Auflösungen jenes Problems sind nicht genugthuend; denn gespannte und gedehnte elastische Körper kehren zwar freilich zu ihrem anfänglichen Zustande zurück, aber erst alsdann, wenn die Ursache, welche sie zur Ausdehnung zwang, vermindert, oder durch ihre Wirkung selbst erschöpft ist. Wenn die Kraft, welche eine Stalfeder beugt, immer dieselbe bleibt, immerfort auf die Stalfeder wirkt, so wird diese immer gebogen bleiben, und sich nie wieder in ihren anfänglichen Zustand versetzen. In dem gegebnen Falle der Muskelfaser hingegen, nimmt die reizende Ursache, anstatt sich zu vermindern, vielmehr zu, und demohngeachtet erschlaft das Herz.

Aber auch dadurch, daß man zwischen der wirkenden und der erregenden Ursache unterscheidet, wird die Schwierigkeit nicht ganz gehoben: denn, wenn der Reiz in einem Zeitpunkte hinreichend ge-

wesen ist, die Kraft zu erregen, welche den Muskel verkürzt, warum soll er diese Kraft nicht noch länger wirksam erhalten können, wenn er nicht nur derselbige wie anfangs bleibt, sondern sogar größer wird, und immerfort auf den Muskel wirkt? — Kurz, man mag diese Sache betrachten, von welcher Seite man nur immer will, so wird man sehen, daß die Fasern des Herzens, wenn der Reiz fortdauert, nie erschlaffen können, so lange man annimmt, daß das Herz immerfort gleich reizbar bleibe. Denn die erregende Ursache wird, da sie sich selbst immer gleich bleibt, immerfort die nämliche Reizbarkeit, und diese folglich die nämliche Zusammenziehung des Herzens veranlassen müssen.

§. 41. Es bleibt hier also der einzige Ausweg übrig, daß man die Thatsache, daß das Herz auch bei fortdauerndem Reize erschlaft, nach den im ersten Theile von mir festgesezten Grundgesetzen der thierischen Reizbarkeit beurtheile. Je länger und stärker ein Muskel der willkührlichen Bewegung zusammengezogen bleibt, desto mehr verliert er von seiner Reizbarkeit, und erschlaft endlich wider unsern Willen, wenn wir uns gleich bestreben, den Zufluß des Nervensafts zu ihm hinzu verstärken. Der Muskel büßt auch seine Reizbarkeit nicht blos nach der Erschlaffung ein, sondern er verliert davon mehr oder weniger, bis zu dem Augenblicke, wo er schlaff zu werden anfängt, weil

eben alsdann die ganze durch den Reiz erregte Kraft der Reizbarkeit in der Verkürzung des Muskels sich erschöpft hat. Die durch Verkürzung der Muskelfasern des Herzens erregte Elastizität, wirkt sodann ohne Widerstand, und so wird der Muskel wieder in den Zustand der Reizbarkeit versezt.

Die äußerlichen Reizmittel bringen also in den zusammengezognen oder eben erschlaffenden Muskelfasern des Herzens keine Wirkung hervor, weil das Herz alsdann nicht so wie einen Augenblick zuvor, reizbar ist, und den Grad der Reizbarkeit noch nicht wieder erlangt hat, der zu einer neuen Zusammenziehung erfordert wird. Die Ursache der Erweiterung oder Erschlaffung des Herzens sind also die zusammengezognen Muskelfasern desselben, welche sich vermöge ihrer Elastizität bestreben, zu demjenigen Zustande zurükzukehren, welcher die nothwendige Bedingung ist, ohne die der Muskel nie erschlaffen könnte, wenn zu der Zeit, da er einmal zusammengezogen ist, der Reiz und die Reizbarkeit fortdauerte.

§. 42. Eben dieses gilt von der Erschlaffung andrer, sowohl willkührlicher als unwillkührlicher Muskeln. Sie erschlaffen, vermöge der Elastizität der zusammengezognen Muskelfasern, welche blos alsdann sich verlängern können, wenn die Kraft der Reizbarkeit ihre Wirkung schon ganz her-

vorgebracht, und durch selbige sich erschöpft hat. Nadeln, Feuer, alle äußerliche Reize sind unvermögend, den Muskel zusammengezogen zu erhalten, weil er seine erste Reizbarkeit verloren hat, und diejenige Bedingung mangelt, die zur neuen Zusammenziehung erfordert wird. Eigentlich zu reden, wird der Mangel des venösen Blutes im Herzen, oder des Reizes bei andern Muskeln, nie die Ursache der Erschlaffung seyn, weil, um einen Körper in einen andern Zustand zu versetzen, allezeit eine wirkliche Kraft, nie eine Abwesenheit der Kraft, oder Privation, die nichts wirken kann, erfordert wird. Der Mangel des Reizes, des Zuflusses von Blut oder Nervensaft, kann wohl eine nothwendige Bedingung aber nie die Ursache der Erschlaffung des Herzens seyn.

§. 43. Es ist, wie ich angemerkt habe, vollkommen wahr, daß zusammengezogne sowohl als erschlaffende Muskeln nicht ganz ohne Reizbarkeit sind, weil der Wille sie ordentlicherweise von neuem bewegen kann; ich habe aber auch erinnert, daß Wirkungen, welche stärkere und tiefer eindringende Reize hervorbringen, deswegen nicht auch von schwächern, und blos die Oberfläche berührenden Reizen geleistet werden können. Die elektrische Materie scheint dem Nervensaft an Wirksamkeit ziemlich gleich zu seyn, ob gleich weder dieser noch jene das Herz zusammengezogen erhalten kann.

Andre äusserliche und schwächere Reizmittel, welche auf erschlaffende, oder so eben ganz erschlafte Muskelfasern gebracht werden, verursachen zwar einige Zusammenziehung, aber nur eine unvollkommne, oder vielmehr ein Erzittern, daß dem Grade der Reizbarkeit, so der Muskel im Erschlaffen wieder erlangt hatte, angemessen ist.

## Fünftes Hauptstück.

### §. 44.

Man hat sich schon lange bemüht, die Ursache zu ergründen, warum das Herz reizbarer ist als andre Muskeln, und warum es von innern sowohl als äußerlichen Reizen so leicht in Bewegung gesezt werde. Der berühmte Kaauw Boerhave *) wollte diese Erscheinung aus dem Mechanismus der Kranzschlagadern erklären, und nahm an, daß auch nach dem Tode des Thiers, das Blut durch diese beiden Schlagadern aus dem grossen Schlagaderstamm ins Herz gedrükt, und so die Wärme in dem Herzen weit länger, als in allen andern Muskeln erhalten würde, mithin auch die Bewegung sich erhalten müste, weil nach seiner Meinung die Wärme eine von den Ursachen der

*) in s. Impetum faciens Hippoer.

Bewegung des Herzens ist. Joh. Mural *) nahm eine schneckenförmige Bauart der Herzfasern an, in welcher die größere Fähigkeit zur Bewegung gegründet wäre. Noch andre haben leztere aus einer ästigen und nezförmigen Verbreitung der Herzfasern erklärt, und Fantoni glaubte, **) die Nerven des Herzens hätten eine ganz besondre Struktur, vermöge welcher die Lebensgeister zum Herzen geschwinder als zu andern Muskeln gebracht würden.

§. 45. Diese Untersuchung ist in unsern Zeiten durch Hallers Entdeckungen noch viel wichtiger geworden. Sie ist ganz mit dem System der Reizbarkeit verknüpft, und hängt von selbigem genau ab. Whytt behauptet, die Nerven des Herzens wären empfindlicher als die Nerven andrer Muskeln, mithin auch geschikter, das Herz zusammenzuziehen; weil nach seiner Meinung die Bewegung der Muskeln von der Empfindungskraft abhängt. Weit glüklicher und scharfsinniger war Hallers Meinung, daß jene besondre Eigenschaft des Herzens von den minder bedekt liegenden, und also dem Reiz mehr ausgesezten Nerven des Herzens und

*) im Vademecum anatom. Tigur. 1677.

**) in Anat. C. H. Turin. 1771. 4.

und der Herzohren abhänge. Die Frage wird noch schwerer, wenn man bedenkt, daß das Herz nicht nur reizbarer und beweglicher als andre Muskeln zu seyn scheint, sondern sich auch ganze Jahre lang, ohne einen Augenblick still zu stehen, fortbewegen kann, und doch nie ermüdet, nie uns durch seine Bewegung schwächt, wie die lang fortgesezte Bewegung andrer Muskeln zu thun pflegt.

§. 46. Keine der obgedachten Erklärungsarten schien mir, bei so wichtigen Zweifeln befriedigend zu seyn. Kaauw Boerhavens Meinung steht die Erfahrung entgegen, daß das Herz nicht nur, wenn es sich noch in der Brusthöle befindet, sondern auch, wenn man es herausgenommen, und besonders gelegt hat, mehr Beweglichkeit und Reizbarkeit als andre Muskeln zeigt. In diesem leztern Falle aber kann kein Blut mehr durch die Kranzschlagadern einfließen. Eben so behält das Herz seine vorzügliche Reizbarkeit, wenn bei kaltblütigen Thieren der Kreislauf schon aufgehört, und man nach Absonderung der Lungenvenen blos die Holadern noch am Herzen gelassen hat, durch welche das Blut wie zuvor in die vordere Herzhöle fließen kann *). Das Herz sezt alsdann seine Be-

*) Der Verf. muß hier vergessen haben, daß die kaltblütigen Thiere nur eine Herzhöle (ventriculum) und die meisten von ihnen keinen eignen Lungen- oder Kiemenaderstamm haben. Seine Worte im

wegung fort, wie zuvor, ob es gleich kein Blut mehr aus den Kranzschlagadern erhalten kann. Ich habe mit einem sehr empfindlichen Thermometer die Wärme des Herzens bei vielen Thieren abgemessen, und gefunden, daß sie in warmblütigen Thieren nicht selten geringer, als die Wärme andrer, besonders großer und tief liegender Muskeln war, welche leztern demohngeachtet sich nicht mehr so, wie das Herz noch that, fortbewegten. Ich sezte die Kugel des Thermometers allezeit in einen tiefen ins Herz gemachten Einschnitt, und so verfuhr ich auch bei andern Muskeln, damit die Versuche gewiß und gleichförmig ausfallen sollten. Es ist übrigens auch nicht wahrscheinlich, daß bei kaltblütigen Thieren das Herz wärmer als andre Muskeln seyn sollte.

§. 47. Fantoni's Meinung wird durch einen von ihm selbst angeführten Beweiß sehr bündig widerlegt, weil er nämlich annimmt, daß die größere Reizbarkeit des Herzens eine Folge des häufigern Nervensafts sei, welcher durch sehr große Kanäle in selbiges gebracht werde. Hieraus würde

Original sind: Il cuore é parimenti piu irritabile degli altri muscoli, ancora, quando la circolazione é già fermata nell' animale a sangue freddo, e che si sono recise le vene polmonali, lasciando, che il sangue delle cave si porti come prima al ventricolo destro.

folgen, daß das Herz, wenn man die Gemeinschaft desselben mit den Nerven unterbräche, plözlich still stehen müßte, welches doch nicht geschieht. Es müßte sich auch, wenn man die Herznerven reizt, mit größerer Gewalt als alle übrigen Muskeln der thierischen Maschine bewegen; eben deswegen, weil ein größerer Zufluß des Nervensafts angenommen wird. Von dem allen pflegt aber nichts zu erfolgen.

§. 48. Um nichts gegründeter scheint mir die Meinung derjenigen zu seyn, welche alles auf einer eigenthümlichen Struktur des Herzens, schneckenförmig gewundnen, ästigen oder nezförmig verschlungenen Fasern beruhen lassen. Man sieht im Herzen kein so überall gleiches und einförmiges Gewebe, das man mit einem Netze, regelmäsiger ästiger oder gewundener Gestalt vergleichen könnte; eine Verflechtung von Fasern, welche auch die glüklichsten Zergliederer noch nicht haben entwickeln können, ist alles, was man sieht. Könnten wir aber auch das wahre Gewebe der Herzfasern entdecken, würden wir deswegen bei selbigem mehr als bei irgend einem andern mit Gewisheit entscheiden können, daß die größere Reizbarkeit des Herzens davon abhänge? Ich wenigstens kann mir in der eigenthümlichen Richtung und Gestalt der Fasern keine Ursache gedenken, warum das Herz reizbarer als andre Muskeln sei.

§. 49. Whytts Urtheil gründet sich allerdings auf die vollkommen richtige anatomische Erfahrung, daß die zum Herzen gehenden Nerven sehr weich, zart, mit dünnen Häuten umgeben, folglich ganz vorzüglich reich an markigem Stoff und belebender Kraft sind. Indessen muß ich hier mit Hallern erinnern, daß die Nerven der zwischen den Knochen befindlichen Muskeln der Extremitäten, ebenfalls, so wie auch die üb r die Aeste der Halsschlagadern hinlaufenden Nerven sehr weich und zart sind, ohnerachtet die Muskeln, in welchen sie sich verbreiten, um nichts empfindlicher und reizbarer als andre sind. Diejenigen Nerven hingegen, welche zu den Därmen gehen, sind hart und dicht, und demohngeachtet hält man durchgängig die Muskelfasern der Därme für vorzüglich reizbar. Ueberdies belehren uns die Krankheiten und Wunden des Herzens, und Harveys Beobachtungen, daß diejenigen Theile, welche wenig Nerven erhalten, durchgängig minder reizbar als andre sind. Man weis, daß das Herz weniger Nerven hat, als andre muskulöse Theile, welche empfindlicher aber minder reizbar als das Herz sind. Die Zunge, die Augenmuskeln, und tausend andre Muskeln haben nach Verhältniß ihrer Größe ungleich mehr Nerven als das Herz. Wenn aber die Nerven desselben weicher als anderwärts sind, so ist dieses die Ursache davon, daß sie sich in tiefen

Räumen befinden, wo sie ringsum von sehr weichen und biegsamen Theilen geschüzt werden. Eben dieses beobachtet man auch an den Nerven, die zu den Muskeln zwischen den Handknochen, und über die Aeste der Halsschlagader gehen, so wie überhaupt bei allen andern Nerven, welche insgesamt mehr oder minder weich sind, je nachdem sie von den benachbarten Theilen mehr oder weniger geschüzt und dem Drucke mehr oder weniger ausgesezt sind.

Whytt nimmt ferner an, daß Reizbarkeit und Empfindungsvermögen einerlei, und die Bewegung des Herzens die Wirkung der Herznerven sei. Die erstere Voraussetzung ist ganz falsch, wie dieses Haller und viel andre nach ihm deutlich genug erwiesen haben. Der zweite Saz ist äußerst ungewiß, schwer zu beweisen, und, wie ich glaube, ganz ungegründet.

§. 50. Haller sahe sehr gut ein, wie schwach diese bisher erörterten Meinungen wären; zweifelte indessen nicht an der Wahrheit der Sache, die man erklären wollte, und da er doch sein Urtheil darüber auch sagen muste, so trug er es so vor, wie man im ersten Bande seiner großen Physiologie liest *); doch nur als eine Muthmasung, welche

*) T. I. L. IV. p. 489. d. alten Ausg.

er ins besondre auf die Vorkammern des Herzens anwendete, denen man durchgängig die stärkste Reizbarkeit zuschreibt. Seine Bescheidenheit hierinn, bezeichnet den großen Mann, und macht andern Muth, bei ähnlichen Untersuchungen, die Spur der Natur ohne Anhänglichkeit an großen Namen und Vorurtheilen zu verfolgen. Ich schätze mich glüklich, Hallern, wenn ich gleich in Kleinigkeiten von ihm abweiche, doch bei so vielen andern Untersuchungen auf einem Wege mit mir anzutreffen, und so wie er, Wahrheitsliebe zu meiner Führerin zu haben.

§. 51. Ich muß erinnern, daß bei der Muthmasung, als wären die Herznerven weniger gedekt, und mehr dem Reize blos gestellt, als die Nerven andrer Muskeln, stillschweigend angenommen wird, daß die Zusammenziehung des Herzens von dem durch den Druck des Blutes in sämtlichen Herzhölen in Bewegung gesezten Nervensaft abhänge. Ich muß aber gerade das Gegentheil glauben, weil sich das Herz, wenn seine Nerven gereizt werden, um nichts schneller zusammenzieht, noch, wenn es erschlaft und ruhig ist, dadurch zur Bewegung veranlaßt wird. Umstände, welche sich bei allen übrigen Muskeln ganz anders verhalten. Wenn man das Herz aus der Brust herausreißt, so fährt es noch lange Zeit fort, sich zu bewegen, da doch der

Zufluß des Nervensafts alsdann nicht mehr statt finden kann.

Die Därme sind sehr reizbar, aber, wie man glaubt, weniger als das Herz; und doch liegen ihre Nerven mehr blos als in allen andern Theilen der thierischen Maschine, und sind beständig der Einwirkung reizender Stoffe ausgesezt. Gleichwohl aber ist die Bewegung der Därme, so lange sie noch mit dem Bauchfell bedekt sind, und das Thier noch lebt, kaum sichtbar, und wird hingegen nach dem Tode des Thiers, besonders an solchen Stellen, wo inwendig wenig Unrath enthalten ist, so gros und lebhaft, daß ich den Versuch öfters habe wiederholen müssen, um mich zu überzeugen, daß diese Bewegung allezeit gleich stark sei.

Gesezt aber auch, daß die Nerven des Herzens weniger bedekt als an andern Orten wären, wird daraus folgen, daß deswegen das Herz reizbarer seyn müsse? Ich bemerke vielmehr, daß überall, wo die Nerven sehr blos liegen, entweder keine oder geringe Bewegungen vorgehen. Die Marksubstanz des Sehnerven ist eben da, wo gar keine Bewegung zu bemerken ist, und der Nerve die Netzhaut bildet, am wenigsten bedekt. Der weiche Theil des Gehörnerven liegt ganz blos in dem Labyrinth des Gehörwerkzeugs, und doch ereignet sich gar keine Bewegung daselbst.

§. 52. Diese und andre Gründe, die ich der Kürze wegen übergehe, vermochten mich die vorzügliche Reizbarkeit des Herzens, die bei so vielen und so beträchtlichen Zweifeln fast ganz unerklärlich zu seyn schien, mit der sorgfältigsten Aufmerksamkeit zu untersuchen. Ich entschloß mich alles, was man über die verschiednen Grade der Reizbarkeit gesagt hat, einer neuen Prüfung zu unterwerfen, und neue Versuche über diesen Gegenstand, der freilich durch so viele und trefliche Beobachtuugen ganz ergründet zu seyn schien, anzustellen. Das Resultat derselben war dieses, daß, wie mich dünkt, die meisten bis jezt über die größere und geringere Reizbarkeit verschiedner Theile angestellten Versuche, zweideutig und täuschend gewesen, und daß man bei Anstellung derselben nicht genau und unpartheiisch genug geprüft hat. — Man hat reizbarere mit mehr gereizten Theilen verwechselt, und diejenigen, welche sich minder lange bewegten, minder reizbar genennt, ohne auf die zufälligen Umstände Rüksicht zu nehmen. Will man das Maas der Reizbarkeit eines Muskels nach aller Strenge und Genauigkeit untersuchen, die wahren Verhältniße so, wie bei andern Kräften der thierischen Maschine finden, und überhaupt die Reizbarkeit so wie andre Kräfte berechnen, so muß man zum Maasstab die Wirkungen, die der Muskel, wenn er sich zusammenzieht, hervorbringt, das ist seine Thätig-

keit, und die Last so er zu bewegen vermag, annehmen. In dieser Beziehung, welches die natürlichste und der Sache angemessenste ist, wird ein Muskel reizbarer als ein andrer seyn, wenn er unter den nämlichen Umständen eine größere Wirkung hervorbringt, und eine größere Last zu bewegen vermag. Man kann die Reizbarkeit indeß auch aus einem andern, obwohl uneigentlicheren Gesichtspunkte betrachten, wenn man sie nämlich mit der Geschwindigkeit vergleicht, mit der sich der Muskel zusammenzieht, d. i. mit der Zeit, welche vom ersten Augenblicke bis zum Ende der Zusammenziehung verstreicht; und in diesem Falle wird man die Reizbarkeit nach der Zeit ihrer Wirkung berechnen. Man könnte ferner die Reizbarkeit nach der Quantität der Verkürzung der Muskelfasern berechnen, und in diesem Verstande würde sich die Reizbarkeit verschiedner Muskeln nach Maasgabe ihrer Länge bei gleichen Reizen verhalten, wie die Verkürzungen. Nicht ohne Grund ließe sich auch die Reizbarkeit im Verhältniß der Leichtigkeit, womit sich die Muskelfaser zusammenzieht, betrachten, und nach der Quantität des Reizes abmessen, so daß derjenige Muskel reizbarer genannt zu werden verdiente, der sich bei einem geringern Reiz leichter zusammenzieht. Endlich läßt sich die Reizbarkeit nach der Zeit abmessen, welche von einer Zusammenziehung bis zur andern, und

von der Zusammenziehung bis zur Erschlaffung vrefließt; und hier würde man die Anzahl der Zusammenziehungen, die in einer gegebnen Zeit geschehen, und bei dem Herzen die Anzahl der Schläge berechnen müssen.

§. 53. Bis jezt scheinen die Physiologen sich noch nie erklärt zu haben, auf welches von allen diesen Verhältnissen sich ihre Versuche über die verschiednen Grade der Reizbarkeit beziehen. Man hat die Zeit in der sich das Herz zusammenzieht, am meisten in Erwägung gezogen, und behauptet, derjenige Muskel sei reizbarer, dessen Bewegung längere Zeit dauert. Hier ist also, eigentlich zu reden, eine länger fortgesezte Bewegung des Muskels, nicht gerade deswegen eine größere Reizbarkeit desselben; gleich wie ein dünnes Stück Holz deswegen nicht elastischer ist, weil es, wenn man es in Bewegung sezt, länger hin und her schwankt, als eine Krystallkugel, die, wenn man sie auf eine Fläche fallen läßt, nach wenig Minuten ruht. Körper, die man mit einander vergleichen will, müssen sich in gleichen Umständen befinden, sonst wird man leicht Gefahr laufen, sich zu irren. Man mag also die Reizbarkeit betrachten wie man will, so müßen, wenn man ihre Grade in verschiednen Muskeln vergleichen will, die Umstände allezeit genau dieselbigen seyn. Dieses hat man bis jezt vernachläßigt; man hat die Reizbarkeit verschiedner

Muskel verglichen, ohne auf die sie erregenden Ursachen, und auf den verschiednen Zustand der Muskelfasern selbst zu achten. So weis man zum Beispiel, daß die Muskelbewegung länger durch Wärme als durch Kälte erhalten wird; alle Versuche beweisen das, und die Hallerianer selbst müssen davon überzeugt seyn. Die Quantität des Reizes steht in gewisser Beziehung mit der Anzahl der Bewegungen eines Muskels. Wenn das Fett, besonders nach dem Tode vom Zutritt der äußern Luft hart wird, und geliefert, so wird dadurch die Muskelbewegung verringert, oder gar vernichtet. Selbst die äußere Luft hat einigen Einfluß, und wirkt mehr oder weniger auf die Muskelfasern, je nachdem sie mehr oder weniger bewegt, mehr oder weniger mit Dünsten angefüllt ist. Selbst das Blut, welches an einem Orte in größerer oder geringerer Menge vorhanden ist, kann eine größere oder geringere Reizbarkeit veranlassen, wie wir dieses nach dem Tode an den Därmen wahrnehmen. Aber mehr als alles andre verdient der Reiz unsre Aufmerksamkeit, welcher längere oder kürzere Zeit auf die Muskelfasern wirken kann. Die Vernachläßigung dieses einzigen Umstandes kann alles verderben, und uns bewegen, einen Muskel für reizbarer zu halten, der es vielleicht minder als ein andrer ist. Man sahe z. B., daß sich die Bewegung des Herzens längere Zeit als bei andern Muskeln erhält, und

daraus schloß man sogleich, es müßte reizbarer als andre Muskeln seyn, und so verwechselte man die länger dauernde Reizung der Muskelfaser mit der größern Reizbarkeit, und bedachte nicht, daß das venöse Blut, wenn dessen Zufluß zum Herzen länger dauert, auch längere Zeit selbiges zu reizen, und mithin auch das Herz sich zusammenzuziehen fortfahren müsse. Das Herz wird also zwar längere Zeit hindurch gereizt, besizt aber deswegen keine größere Reizbarkeit, und so wie man nicht sagen kann, daß von zwo einander ganz gleichen Stalfedern diejenige in höherm Grade elastisch sei, welche des länger fortgesezten Drucks wegen, länger sich bewegt, so wird auch das Herz und seine Vorkammern, der Magen und die Därme, nicht deswegen reizbarer als andre Muskeln seyn, weil sie, wenn die Gegenwart des Reizes längere Zeit dauert, sich auch anhaltender und länger fortbewegen.

§. 54. Man wird also, um die Grade der Reizbarkeit an verschiednen Theilen im lebendigen oder toden Thiere, zuverläßig bestimmen zu können, nothwendig alle Versuche wiederholen, und neue Beobachtungen anstellen, dabei aber zufällige Ursachen von wesentlichen und beständigen, gleiche Umstände von ungleichen genau unterscheiden müssen. Ich habe beobachtet, daß, je häufiger das Fett am Herzen ist, desto geschwinder auch die

Bewegung des leztern aufhört, es mag nun noch in der Brusthöle befestigt seyn, oder nicht; und daß es in diesem Falle weit früher als alle andre Muskeln still steht, deren Bewegungen noch fort dauern. Es ruht aber nicht nur eher als andre Muskeln, sondern wird auch nicht einmal durch Reiz und Stechen zu anhaltendern Bewegungen veranlaßt, wie doch bei andern Muskeln geschieht. Eben dieses beobachtet man auch bei den Därmen, und überhaupt genommen, hört die Bewegung des Herzens und der Därme desto früher auf, je fetter das Thier ist. Deswegen wird aber doch das Herz und die Därme keinesweges minder reizbar als andre Muskeln genannt werden können. Das Fett verhärtet leicht, wenn es der Luft oder der Kälte ausgesezt wird, klebt und drükt alsdann die Fasern fester zusammen, und so muß die Bewegung aufhören. Man lege das Herz hingegen an einen warmen Ort, oder in warmes Wasser, so wird die Bewegung weit dauerhafter seyn; und eben das wird sich auch bei allen andern Muskeln ereignen.

§. 55. Bei großen Thieren hört überhaupt die Bewegung des Herzens um vieles früher, als die der übrigen Muskeln auf. Sezt man Muskeln von Ochsen, Pferden, u. derg. der äußern Luft aus, so bewegen sie sich acht bis zehnmal län-

gere Zeit, als die Därme. Das Herz steht in ihnen bald still, und ist wenige Augenblicke nachher selbst gegen die stärksten Reize nicht mehr empfindlich. Bei einem Ochsen, dessen Kopf abgehauen worden war, sahe ich, daß sich die Halsmuskeln noch 27 Stunden lang von selbst bewegten, und noch nach vierzig Stunden sich, wenn man sie reizte, zusammenzogen. Man wird glauben, bei diesen Thieren sei das Herz weit weniger reizbar, als die übrigen Muskeln, und so würde sich die Sache wirklich verhalten, wenn man die Reizbarkeit nach ihrer Dauer abmessen wollte. Bei kaltblütigen Thieren pflegt das Herz, es mag in der Brust bleiben oder herausgenommen werden, seine Bewegung weit früher als die übrigen Muskeln zu endigen, ist auch um nichts empfindlicher gegen äußerliche Reize, als alle andern Muskeln. Frösche bewegen sich noch, nicht nur, wenn das Herz still steht, sondern auch, wenn es schon seine Reizbarkeit ganz verloren hat, und gegen äußerliche Reize völlig unempfindlich ist. Das nämliche habe ich bei Aalen, Schildkröten und Vipern beobachtet, und überhaupt pflegt bei allen kaltblütigen Thieren das Herz weit früher, als die übrigen Muskeln seine Bewegung und Reizbarkeit zu verlieren. Die Hauptursache hievon ist diese, daß die Luft in diesen Thieren das Herz eher als die übrigen Muskeln austrocknet, weil jenes bei diesen Versuchen der

Luft mehr, als die noch mit der Haut bedekten Muskeln blosgestellt wird.

§. 56. Ich kann mich gar nicht von der gewöhnlichen Meinung der neuesten Schriftsteller überzeugen, daß die äußern Theile des Herzens minder reizbar als die innern Theile der Herzhölen seyn sollen. Man bemerkt zwar, daß das Herz, wenn es sich gleich nicht mehr von äußerlichen Reizen bewegt, dennoch von innerlichen zuweilen noch gereizt wird; allein, das ist eine Beobachtung, die auch von andern Muskeln gilt, welche ebenfalls gegen tief eindringende Stiche noch empfindlich sind, wenn äußerliche die Oberfläche nur berührende Reize nichts mehr über sie vermögen. Ueber dieses ist hier auch die Verschiedenheit der Umstände in Anschlag zu bringen. Die äußerlich liegenden Fasern der Muskeln werden schnell von der äußern Luft verändert, und trocknen aus, das Fett erkaltet und gerinnt, und so muß freilich die Reizbarkeit der äußern Theile früher aufhören, als die der innern, welche noch feucht und biegsam sind, wie das der Fall bei den Herzhölen und Vorkammern des Herzens ist. Ich habe nie einen Unterschied zwischen der Reizbarkeit der äußern und innern Theile eines Muskels, und ins besondre des Herzens wahrnehmen können, wenn alle auf gleiche Art der äußern Luft ausgesezt waren, welches ich dadurch erhielt, daß ich die Herzhölen gan

öfnete, und die Muskeln mit großen Einschnitten spaltete. Die Reizbarkeit hörte da zuerst auf, wo die Muskelfaser zuerst trocken, und an der Luft steif wurde. Bei kaltblütigen Thieren, wo Fett und Wärme das Resultat der Versuche nicht sehr abändern, ist wirklich die Reizbarkeit in den innern sowohl als äußern Theilen gleich gros, wenn die Feuchtigkeit nur allenthalben dieselbige ist.

§. 57. Das Herz scheint also nicht reizbarer als andre Muskeln, sondern nur einer von denjenigen Muskeln zu seyn, welche am meisten und längsten gereizt werden: und wenn es sich zuweilen alsdann noch, wenn andre Muskeln bewegungslos sind, zu bewegen fortfährt, so geschieht das deswegen, weil ein zufälliger äußerlicher Reiz, nämlich das Blut in den Herzhölen auf seine Muskelfasern wirkt; daher es nicht zu verwundern ist, wenn man eine Eigenschaft, die ihm nicht zukömmt, falsch erklärt hat.

---

## Sechstes Hauptstück.

### §. 58.

Ich glaube, erwiesen zu haben, daß das Herz nicht reizbarer, und vielleicht sogar minder reizbar als andre Muskeln ist. Indessen läßt sich hieraus noch nicht erklären, wie es sich so viele Jahre lang ohne zu ermüden, und ohne dem Thiere einigen Schmerz zu verursachen, bewegen könne. Denn wir sehen täglich, daß ein Muskel nicht lange Zeit bewegt werden könne, ohne am Ende zu schmerzen, und seine Fertigkeit zu willkührlichen Verrichtungen des Thiers zu verlieren.

Ich erinnere hier vor allen Dingen, daß ein Muskel immer desto mehr schmerzt, je längere Zeit ihn das Thier zusammengezogen erhalten hat, weil alsdann seine Nerven von den gewaltsam verkürzten Fasern stärker zusammengedrükt werden. Ist die Bewegung des Muskels klein und von kurzer Dauer, so ist der Schmerz gar nicht oder sehr wenig empfindbar und schnell vorübergehend; wird aber sehr heftig und unerträglich, wenn der Muskel lange Zeit zusammengezogen bleibt, oder wenn die Zusammenziehung zwar von kurzer Dauer, aber sehr gewaltsam ist. Das Herz empfindet, bei seinen Jahre lang unaufhörlich fortgesezten Bewegungen, gar keinen Schmerz, weil seine Zusammenzie-

hungen weder heftig noch von langer Dauer, sondern nur augenblicklich sind, daher auch die Nerven desselben nur einen sehr leichten, augenblicklichen und unempfindbaren Druck leiden. Bei sehr heftigen Bewegungen des Herzens fühlt man wirklich einen Schmerz in selbigem, der ganz von einer andern Art der Brustschmerzen, welche ihren Sitz in den Lungen haben, unterschieden ist, und daher zu rühren scheint, daß die Nerven des Herzens durch dessen heftigere Bewegung stärker zusammengedrükt und gedehnt werden.

§. 59. Das Herz ist indessen nicht sehr empfindlich, weil es wenig Nerven hat, und deswegen schmerzt es auch viel weniger als alle andre Muskeln. Hiezu kommt aber noch eine andre Ursache, welche das Herz gleichsam ganz schmerzlos macht, und diese ist die Fortdauer der Bewegung selbst. Muskeln, welche lange Zeit bewegt worden, und zusammengezogen gewesen sind, schmerzen wenig oder gar nicht, weil vielleicht ihre Nerven nach und nach unempfindlicher und härter werden, oder ihr inneres Gewebe allmälig durch die fortdauernde Verkürzung des Muskels eine Veränderung leidet. Dieses erfahren diejenigen, welche ein musikalisches Instrument zu spielen anfangen. Ihre Finger schmerzen anfänglich; allein nach und nach nimmt der Schmerz ab, und wird endlich gar nicht mehr empfunden, so, daß sich die Fin-

ger alsdann ganze Tage lang ohne Beschwerde bewegen können. Die Bewegungen dieser Muskeln sind sehr schnell, und wechseln mit einer Geschwindigkeit ab, welcher das Gesicht kaum folgen kann —. Das Herz hat also keinen besondern Vorzug vor allen andern Muskeln, sondern ist ebenfalls den allgemeinen Gesetzen der Reizbarkeit unterworfen. Das Zwerchfell bewegt sich beständig, und eben so lange als das Herz; die Bewegung der Därme dauert immerfort, ist sich aber nicht immer gleich: indessen schmerzen weder diese noch jenes, und das eben deswegen, weil ihre Bewegung fortdaurend ist. Die Nerven der Därme sind sehr zahlreich, und liegen sehr blos; dennoch schmerzen sie nicht. Die Augenmuskeln haben sehr viel, und mehr Nerven als das Herz, sie bewegen sich sehr oft und schnell, und dennoch schmerzen sie nicht, außer, wenn sie lange Zeit oder allzuheftig zusammengezogen bleiben.

§. 60. Noch ist übrig zu erklären, warum das Herz nie in seiner Bewegung ermüde, da doch bei andern Muskeln der Schmerz sehr bald die Zusammenziehung unmöglich oder doch sehr beschwerlich macht. Allein auch diese Eigenschaft scheint nicht dem Herzen allein, sondern auch vielen andern Muskeln zuzukommen. Das Zwerchfell und die Därme bewegen sich beständig, und ermüden doch niemals. Es scheint ein Gesetz der thierischen Ma-

schine zu seyn, daß ein Muskel nie ermüden kann, wenn seine Zusammenziehung nicht übermäßig, noch schmerzhaft ist, und wenn er gleich nach der Rükkehr zum natürlichen Zustande der Erschlaffung fähig ist, von Reizen eben so wie zuvor gerührt zu werden. Wenn er aber, gleich nach der Erschlaffung den nämlichen Grad der Reizbarkeit, den er zuvor hatte, wieder erhält, so wird er sich nun mit der nämlichen Leichtigkeit zusammenziehen, da er sich in denselbigen Umständen befindet. Diese Leichtigkeit sich zusammenzuziehen scheint allen Muskeln des thierischen Körpers eigen zu seyn, da man beobachtet, daß alle Muskeln durch lang fortgesezte Uebung und Bewegung nach und nach die Fertigkeit erhalten, sich ohne Schmerzen zu bewegen. Wer gar nicht gewohnt ist, sich zu bewegen, der kann keinen Muskel ohne Schmerzen gebrauchen, oder ermüdet doch sehr bald, weil die Muskeln in diesem Zustande nur sehr schwer vom Nervensaft gereizt werden.

§. 61. Je mehr ein Muskel geübt wird, desto leichter scheint er sich zu bewegen. Er erhält nach und nach durch Gewohnheit die Fähigkeit, sich, wenn er kaum erschlaft ist, von neuem ohne einige schmerzhafte Empfindungen zusammenzuziehen. Ordentlicherweise ist indessen die Ermüdung eines Muskels mit Schmerz und Unbehaglichkeit verknüpft, wie wir dieses täglich sehen, wenn wir einen Theil und

sers Körpers allzulange gebrauchen, oder die Muskeln allzuheftig zusammenziehen, welche alsdann auch, wenn sie erschlaft sind, eine beschwerliche Empfindung verursachen, die noch mehr zunimmt, wenn wir die Bewegung von neuem anfangen wollen. Wir empfinden alsdann nicht nur eine Unfähigkeit zur Bewegung, sondern auch einen Schmerz im ganzen Muskel. Man muß leztern von dem Gefühl der erschwerten oder unmöglich gemachten Bewegung wohl unterscheiden, theils, weil eins ohne das andre bestehen kann, theils, weil die Ursachen beider verschieden sind. Die meisten Schriftsteller glauben, daß diese Schwäche, die man alsdann im Muskel empfindet, von Mangel des Nervensafts herrühre, dessen Zufluß nach und nach erschöpft werde: allein dieses scheint nicht allgemein richtig, und im gegenwärtigen Falle wirklich ganz falsch zu seyn; denn hier ist die Rede von der Bewegung eines einzelnen oder weniger Muskeln, nicht von allen oder den meisten Muskeln, deren Bewegung einen allzugroßen Aufwand des Nervensafts verursachen, und so die Wirkung des Reizes auf die Muskelfaser vermindern könnte.

§. 62. Die Schwäche der Muskelfaser kann also nicht von Mangel des Nervensafts, sondern von Erneuerung der Reizbarkeit herrühren. Man empfindet Beschwerde bei der Muskelbewegung,

wenn der Muskel lange Zeit zusammengezogen gewesen ist, weil er alsdann seine Reizbarkeit großen Theils einbüßt; das Thier wird ihn folglich unter solchen Umständen nicht gleich nach der Erschlaffung wieder zusammenziehen, wenigstens, wenn es sich zwingt, den Muskel zu bewegen, dieses nicht ohne größern Aufwand der Kräfte, und ohne vermehrten Zufluß des Nervensafts leisten können. Die Muskeln verlieren daher ihre Reizbarkeit bei starken und lang anhaltenden Bewegungen, weil die Fasern, Nerven und Gefäse alsdann zusammengedrükt sind, und mithin den Zusammenhang und Uebereinstimmung der Theile, von welcher die Reizbarkeit abhängt, aufgehoben ist. Bei kleinen schnell vorübergehenden Zusammenziehungen eines Muskels leidet sein innerer Bau keine solche Veränderung, die einen Verlust der Reizbarkeit, wenigstens auf lange Zeit, nach sich ziehen könnte; und wir können daher bei dem gewöhnlichen Gebrauch eines Muskels ihn von neuem gleich nach der Erschlaffung und zwar ohne Beschwerde oder Schmerz bewegen, weil er seine anfängliche Reizbarkeit nicht verloren, und seine Nerven keine sonderliche Ausdehnung erlitten haben. Das Herz kann also lange Zeit ohne einige Ermüdung seine Bewegungen fortsetzen, weil selbige nur augenblicklich, und natürlich, nicht langwierig und heftig sind. Das Zwerchfell, die Därme, die Augenmuskeln, kurz alle

Muskeln, welche lange Zeit geübt werden, ermüden nie, oder sehr wenig. Das Herz hat also hierin nichts vor andern Muskeln voraus. Seine Bewegung gleicht jener der Därme auch in Ansehung ihrer Ursachen, sie ist ebenfalls blos mechanisch, nicht willkührlich, und wird ebenfalls durch einen inwendig in seiner Höle befindlichen Reiz veranlaßt.

## Siebentes Hauptstük.

### §. 63.

Man hat die Frage aufgeworfen, ob der Wille des Thiers oder äußerlich wirkende Körper einen kräftigern Reiz für die Muskelfasern abgeben. Es ist schwer hier zu entscheiden, indessen muß ich erinnern, daß der Wille die Muskeln leicht zusammengezogen erhalten, sie sehr hart und fest machen, und durch sie große Gewichte aufheben kann: dahingegen auch wiederholte äußerliche Reize dieses nicht zu leisten vermögen. Dem zufolge bekömmt es das Ansehen, als ob die Wirkung des Nervensafts auf den Muskel, wenn das Thier selbigen bewegen will, größer als die Wirkung äußerlicher Reize sei, und jener mehr als diese die Reizbarkeit errege. Warmblütige Thiere scheinen indessen eine geringere Fähigkeit zur eigenmächtigen Erregung

der Reizbarkeit zu besitzen als kaltblütige Thiere, und folglich ihr Nervensaft minder wirksam zu seyn. Ein warmblütiges Thier kann einen Muskel, dessen Schlagader oder Vene man unterbunden hat, nicht mehr bewegen, welches hingegen einem kaltblütigen Thiere unter gleichen Umständen möglich ist. Hier wird die Reizbarkeit durch Unterbrechung des Blutumlaufs nicht gehindert noch vernichtet, denn der Muskel zieht sich bei jeder gelinden Berührung noch zusammen; auch hört der Nerve nicht auf, so, wie zuvor, Werkzeug der Bewegung zu seyn; denn wenn man ihn reizt, so zieht sich der Muskel, zu dem er gehört, zusammen: folglich kann auch der Nervensaft die Fähigkeit den Muskel zu bewegen nicht verloren haben, weil jede Bewegung, die in ihm vorgeht, wie z. B., wenn man das Hirn reizt, auch eine Bewegung des Muskels nach sich zieht. Die Gemeinschaft zwischen dem Muskel und dem Hirn ist hier nicht aufgehoben, denn das Thier empfindet Schmerzen und sträubt sich, wenn man den Muskel sticht; nur die Fähigkeit, so wie zuvor bei freiem Blutlauf, jene Flüßigkeit zu bewegen, geht bei dem warmblütigen Thiere verloren, und erhält sich hingegen bei dem kaltblütigen.

§. 64. Einige Physiologen haben, um das Blut von den Ursachen der Muskelbewegung auszuschließen, angenommen, das Blut gehöre zur Vollständigkeit (integrità) des Muskels. Allein

hiedurch scheint die Schwierigkeit noch nicht geho- ben zu seyn. Denn, wenn der Ausdruck Vollständigkeit denjenigen Zustand der Muskelfaser bezeichnen soll, in welchem sie fähig ist, sich jedesmal zu bewegen, wenn der Nervensaft in Bewegung gesezt, oder der Muskel unmittelbar gereizt wird, so behält in dem gegebnen Falle die Muskelfaser ihre ganze Reizbarkeit wie zuvor, welche allein die wahre wirkende Ursache der Zusammenziehung ist. Der Nervensaft hat nichts von seiner ursprünglichen Natur verloren, so wenig als der Nerve, der noch immer, wenn er gereizt wird, Werkzeug der Bewegung bleibt. Auch giebt es eine Menge von Thieren, die nach der Unterbindung der Schlagadern und Venen ihre Muskeln noch bewegen können: und nur warmblütige Thiere verlieren durch Unterbindung der Gefäße ihre Fähigkeit zur eigenmächtigen Bewegung, ihre Kraft auf den Nervensaft zu wirken; welches vielleicht von einer im Gehirn erfolgten Zerrüttung herrührt. So viel ist gewiß, daß der Verlust der willkührlichen Bewegung weder von einem Mangel in dem Muskel noch von einer Zerrüttung des Nerven, noch von einem Fehler des Nervensafts herrührt.

§. 65. Einige Versuche, die ich vor etlichen Jahren über die Zusammendrückung der Nerven anstellte, hatten mich überzeugt, wie wenig man auf einige zur Erklärung der thierischen Bewegung

ausgedachte medizinische Theorien bauen könne. Ich wollte bestimmen, wie viel Kraft man anwenden müste, um vermittelst der Zusammendrückung des Nerven den Muskel, in welchen er sich verbreitet, zu lähmen, d. i. um den Zufluß des Nervensafts zum Muskel zu hindern. Nach vielen mühsamen Versuchen gelang es mir, diese Kraft unter verschiednen Bedingungen des Alters und der Größe des Thiers, und der mehrern oder mindern Bedeckung des Nerven, zu berechnen. Die Versuche fallen sehr verschieden aus, wenn der zusammengedrükte Nerve von weichen Theilen umgeben ist, und erfordern sehr viel Behutsamkeit, um sich überall der Gleichheit des Drucks und der Umstände zu versichern.

§. 66. Ich habe überhaupt beobachtet, daß zur künstlichen Lähmung eines Muskels eine große Kraft, und zwar eine größere, als man bisher geglaubt hat, erfordert wird, so, daß kaum die ganze Kraft des Daumens und des Zeigfingers einen dazu hinlänglichen Druck bewirken konnte, obgleich die Nerven blos lagen, und die Versuche an sehr kleinen Thieren, z. B. an Fröschen angestellt wurden. Waren die Nerven mit weichen Theilen bedekt, wie z. B. die Schenkelnerven des Frosches zwischen der Haut, die Zwerchfellnerven einer jungen Katze zwischen dem Mittelfell, so muste die drückende Kraft um außerordentlich viel vermehrt werden.

Man muß sich bei allen diesen Versuchen wohl in Acht nehmen, die Nerven nicht zwischen den Fingern, oder andern zum Druck gebrauchten Körpern zu zermalmen, weil sie in diesem Fall durch Zerstörung ihres Gewebes mit einem male die Fähigkeit verlieren, den Muskel in Bewegung zu setzen.

Nach allen diesen Umständen scheint die Zusammendrückung der Herznerven zwischen den grossen Schlagaderstämmen keine Lähmung des Herzens bewirken zu können, wie Boerhave und andre nach ihm annahmen. Dieser Druck kann wirklich nur gering seyn, da er von weichen, nachgebenden, immer feuchten Theilen gemacht wird, und überdies die Herznerven in eignen Vertiefungen zwischen der äußern Zellhaut der großen Schlagadern verborgen liegen. Eben so muß man von der Meinung derjenigen Physiologen urtheilen, welche geglaubt haben, das Ausathmen hänge von dem Druck der Lungen auf die Zwerchfellnerven ab. Ich habe bei vielen Thieren nach Eröfnung der Brusthöle die Zwerchfellnerven vermittelst einer aufgeblasenen und angefeuchteten Blase, so stark ich nur konnte, gegen das Herz zusammengedrükt, aber niemals hiedurch das Zwerchfell lähmen können: denn wenn ich diese Nerven über der gedrükten Stelle ganz leicht berührte, so stieg das Zwerchfell eben so gut als vorher, abwärts. Der Druck,

den ich hier anwendete, war gleichwohl unendlich stärker als derjenige, den die Lunge beim Einathmen verursachen kann.

§. 67. Die Aerzte behaupten einstimmig, daß jeder kleine Druck auf die Nerven oder die Marksubstanz derselben, den Zufluß des Nervensafts zu den äußern Theilen hindere. Auf diese Meinung gestüzt, hat man angenommen, daß viel Krankheiten von Zusammendrückung der Nerven herrühren. Vielleicht rechnen die Aerzte allzuviel auf die kleine Menge Feuchtigkeit, welche sich in den Hirnhölen, oder über und unter den Hirnhäuten zuweilen findet, und nach ihrer Meinung die Ursache der Schlagflüsse und vieler andrer Krankheiten des Hirns seyn soll. Man läuft auch hier, wie ich glaube, Gefahr, eine Wirkung oder Bedingung für die Ursache selbst anzusehen. Es ist wenigstens gewiß, daß eine große Kraft dazu erfordert wird, um durch Zusammendrückung eines Nerven einen Muskel zu lähmen, daß ferner, wie ich oft gesehen habe, das Gehirn eines lebendigen Thiers sehr stark gedrükt werden kann, ohne daß darauf ein Schlagfluß oder Lähmung erfolge, und daß oft große Geschwülste, große Ansammlungen stockendes Bluts und andrer Feuchtigkeiten im Gehirn vorhanden seyn können, ohne Schlagfluß, Lähmung und Verlust der Bewegung und Empfindung zu verursachen.

§. 58. Es wird vielleicht befremdend scheinen, daß ein Nerve, bis zur Zerreisung oder Zermalmung zusammengedrükt werden könne, ohne daß sich der Muskel, zu dem er geht, zusammenziehe. Ich habe dieses oft wiederholt, und der Versuch gelingt meistens, wenn man nur dahin sieht, daß der Druck auf den Nerven allmälig, und gleichsam durch unmerkliche Grade vermehrt werde.

Noch auffallender werden indessen einige andre Beobachtungen seyn, die ich über die Nerven angestellt habe, ob sie gleich selten und nicht ohne Mühe gelingen. Wenn man einen Nerven auf einmal mit einem scharfen Messer durchschneidet, so bewegt sich der Muskel gar nicht. Eben dieses erfolgt, wenn man die Nerven mit einem einzigen starken Hammerschlag auf einem harten elastischen Körper zerquetscht. Dieser Versuch ist wirklich schwer zu machen, und man muß dabei zu verhüten suchen, daß sich nicht die Erschütterung des Körpers, auf dem man den Nerven zusammendrükt, diesem leztern selbst mittheile.

Diese dem Anschein nach so befremdenden Versuche, lassen sich dennoch, wie ich glaube, leicht erklären. Der Nerve wird so schnell zerschnitten, daß keine Zeit da ist, dem zum Muskel fließenden Nervensaft die Bewegung mitzutheilen. Denn hiezu wird doch allezeit eine gewisse Zeit erfordert,

und es ist dazu nicht blos die genaue Berührung der Theilchen hinreichend.

Ich habe mit einem starken Hammerschlage eine gläserne, mit Wasser gefüllte, auf einer Seite hermetisch versiegelte und am andern Ende ohngefähr eine Linie breit geöfnete Röhre zerschlagen. Es gieng dabei nicht der mindeste Tropfen Wasser zu der Oefnung heraus.

Eben dieses beobachtete ich bei biegsamen Kanälen z. B. bei der Schlagader eines Hundes, die ich mit Wasser gefüllt, an beiden Enden unterbunden, und an dem einen ein kleines Loch gemacht hatte. Ich durchhieb die Schlagader mit einem sehr scharfen Messer auf einen Streich, aber es gieng kein Tropfen Wasser zur Oefnung heraus. Eben so kann ein Stück Holz, dicht auf dem Rande zweier mit Wasser ganz angefüllten Becher, zerbrochen werden, ohne daß ein Tropfen herausfließt; und so kann eine Flintenkugel eine senkrecht gestellte bewegliche und schwankende Tafel durchboren, ohne sie umzuwerfen. Dieses geschieht, weil die Bewegung nicht Zeit genug hat, sich den benachbarten Körpern mitzutheilen, und die Trennung der Theile zu erst erfolgt. Eben so kann auch ein Nerve zerschnitten, und seine Fasern von einander getrennt werden, ehe sich die Bewegung dem zufließenden Nervensaft mittheilen kann, wie dieses auch bei der Enthauptung geschieht, wo mit einem Schwerd-

streiche der Hals und das Rükmark getrennt wird, ohne daß dadurch eine Bewegung der Arm- oder Schenkelmuskeln u. s. w. bewirkt würde.

§. 69. Borelli hat in seinem Werke über die thierische Bewegung die Frage aufgeworfen, warum ein Muskel in dem lebendigen Thiere die größesten Lasten aufheben könne, und dennoch nach dem Tode des Thiers von einer weit kleinern Last zerrissen werde? Man hat diese Frage bis jezt fast noch gar nicht, oder doch sehr unzulänglich beantwortet, weil man in der Lehre von der Reizbarkeit keine Auflösung dafür zu finden glaubte.

Man weis, daß zuweilen die große Springsehne des Fußes (Tendo achillis), welche bei Menschen ein Gewicht von vielen Zentnern tragen kann, zerrissen ist, ohne daß die Waden- und Solenmuskeln, von welchen sie entspringt, beschädigt worden wären, da diese doch nach dem Tode durch wenige Pfunde zerrissen werden können. Aus dem Zustande, in welchem sich die Muskelfasern bei lebendigen Thieren, wenn sie zusammengezogen sind, befinden, könnte man vielleicht schließen, daß durch die zunehmende Dicke des Muskels bei der Zusammenziehung im lebendigen Körper, das Zerreißen desselben verhindert werde. Bedenkt man aber, daß sich der Muskel kaum um ein Drittel seiner Länge verkürzt, so muß man folgern, daß auch seine

Dicke nur um ein Drittel, folglich noch lange nicht im Verhältniß der getragenen Last zunehme. Noch weit weniger kann man wohl die größere Kraft der Muskeln im lebendigen Thiere, der durch vermehrte Berührung verstärkten gegenseitigen Anziehung der Fasern des zusammengezogenen Muskels zuschreiben, weil alsdann vielmehr eine Kraft, die ich Elastizität nenne, rege wird, mit welcher der Muskel in jedem Augenblicke zu erschlaffen strebt, und wirklich erschlaft, sobald der Reiz nachläßt.

§. 70. Man betrachte eine einzelne einfache Muskelfaser in dem Zustand, worin sie sich nach dem Tode des Thiers befindet. Ihre Theilchen sind mit einander durch eine Kraft verbunden, welche nicht größer ist als diejenige, die zu Zerreisung der Muskelfaser selbst erfordert wird. Diese Kraft durch die Summe aller einzelnen Fasern des Muskels multiplizirt, wird der ganzen Kraft, mit welcher der Muskel der Zerreißung widersteht, gleich seyn, und so wie bei allen andern festen Körpern aus dem Zusammenhange der Grundbestandtheile unter einander entstehen. Zieht sich nun die Muskelfaser im lebendigen Thiere, vermöge ihrer Reizbarkeit zusammen, so werden sich die Grundtheile derselben einander mehr nähern, und sich mit einer neuen zur Kraft der Reizbarkeit hinzukommenden Kraft unter einander vereinigen. Diese in jedem

einzel-

einzelnen Theilchen wirkende Kraft, ist derjenigen, welche die Muskelfaser zu zerreißen strebt, entgegengesezt; weil zur Zerreisung der Muskelfaser eine Entfernung der Theilchen von einander erfordert wird, die Reizbarkeit aber selbige vielmehr einander nähert. Diese Annäherungskraft in die Summe der Muskelfasern multiplizirt, giebt die ganze Kraft, mit der sich ein Muskel zusammenzieht, und ist wirklich derjenigen vollkommen gleichmäsig, welche ein Gewicht emporhebt, oder einem Hinderniß widersteht. Der Muskel widersteht also im lebendigen Thiere der Zerreisung nicht blos mit der ursprünglichen Kraft seines Zusammenhangs, sondern auch mit der hinzukommenden Kraft der Reizbarkeit, und kann also dem zufolge einer sehr großen Kraft widerstehen, welches ihm nach dem Tode des Thiers unmöglich ist, wenn er jene hinzugekommene Kraft verloren hat. Wirklich besizt er diese noch, das Thier mag tod oder lebendig seyn, so lange als sich seine Reizbarkeit erhält, und kann in diesem Falle eine eben so große Last tragen, als wenn das Thier noch lebte, wie ich dieses oftmals bei verschiednen Thieren beobachtet habe.

§. 71. Die Erklärung, welche ich über diesen Gegenstand gegeben habe, wird durch eine andre Beobachtung noch mehr bestätigt, welches folgende ist. Wenn man ein Gewicht mit dem Arme empor hält, und dieses Gewicht noch mehr ver=

größern will, so muß man auch die Muskeln des Arms noch mehr verkürzen, sonst wird man das Gewicht fallen lassen. Es hängt also die größere Kraft der Muskeln bei lebenden Thieren von der Reizbarkeit ab, welche in einer dem aufgehobnen Gewicht entgegengesezten Richtung wirkt; in dem toden Thiere aber mangelt.

Ich muß hier erinnern, daß ein Theil derjenigen Kraft, welche den Muskel zusammenzieht, zu Ueberwindung der Kraft des Zusammenhangs in den Grundbestandtheilen der Muskelfasern angewendet wird, weil diese den natürlichen Zustand der Lage, worin sie sich gegen einander befinden, nicht verändern, noch sich einander mehr nähern können, ohne Widerstand zu leisten, und ohne eine Kraft, die sie in ihrem natürlichen Zustande zu erhalten strebt, anzuwenden. Es kann also das von dem zusammengezognen Muskel aufgehobne Gewicht nicht das genaue Maas der in den Muskelfasern erregten Reizbarkeit geben, sondern die Aufhebung desselben ist vielmehr die Wirkung des Ueberschusses der Reizbarkeit, der übrig bleibt, wenn man von dieser Kraft denjenigen Theil derselben abzieht, der zu Ueberwindung der Kraft des Zusammenhangs in den Grundbestandtheilen des Muskels angewendet worden ist.

---

## Achtes Hauptstük.

### §. 72.

Es ist noch übrig, eine besondre Erscheinung zu prüfen, welche sich durch die Reizbarkeit erklären läßt, und bei Thieren, die durch die Elektrizität getödet werden, sich ereignet. Eine Menge von Versuchen, die ich hierüber angestellt habe, überzeugen mich, daß kleine sowohl als große, kaltblütige sowohl als warmblütige Thiere in dem Augenblicke der elektrischen Erschütterung sterben. Bei kaltblütigen Thieren war mir das desto auffallender, da ich wuste, daß diese sonst ein so zähes Leben haben, und selbiges auch dann, wenn sie zerstükt sind, noch äußern. Ich vermuthete, daß die elektrische Materie eben so wie mephitische Dünste, und das Gift der Vipern töden müsse; wie ich schon in meinen Untersuchungen über das Gift der Vipern geäußert habe *).

§. 73. Viele seit der Zeit angestellte Beobachtungen haben mich belehrt, daß auch die nicht erneuerte Luft, worin ein Thier athmet, die Luft, in der Lichter ausgelöscht sind, und die fixe Luft selbst, die Thiere auf ähnliche Art tödtet, indem



*) Ricerche fisiche sopra il veleno della vipera Lucca 1767. 8.

dadurch die Reizbarkeit der Muskeln vernichtet, und die Fäulniß beschleunigt wird, wie ich dieses im zweiten Theile meiner Schrift über die Salpeterluft umständlicher zeigen werde.

Meine Vermuthung über die Ursachen des Todes bei Thieren, welche durch die Elektrizität getödet worden, ist durch meine neuesten Versuche noch mehr bestätigt worden.

§. 74. Ich schloß, daß die Elektrizität die Thiere auf eine ganz andre Art, als durch Unterdrückung des Athemholens, oder des Kreislaufs, oder durch Zerreissung der Gefäße töden müsse; weil bekanntermassen bei einigen Thieren dieses alles ohne Verlust des Lebens bestehen kann. Die Ursache des Todes muste hier also, wie ich glaubte, viel thätiger und eindringender seyn, muste, mit einem Worte, die Quellen des Lebens und der Bewegung selbst betreffen.

Um große warmblütige Thiere, z. B. Lämmer, Ziegen, wälsche Hühner u. dergl. mit einem einzigen elektrischen Schlage zu töden, habe ich mich einer Batterie von 50 Quadratschuh Belegung bedient. Insgemein sterben diese Thiere mit erschlaften, zuweilen jedoch mit zusammengezognen Muskeln. In dem Augenblicke des elektrischen Schlages scheinen sich die Muskeln fast allezeit zusammenzuziehen, doch ist diese Bewegung zuweilen kaum merklich. Auch ist sie nie sehr heftig und

oft viel geringer als diejenige, welche ein Reiz am Rükmark verursacht. Ist die Batterie schwach geladen, so stirbt das Thier etweder gar nicht oder nur langsam, doch bemerkt man allezeit, daß es sich nach der elektrischen Erschütterung kaum auf den Füßen erhalten kann, und daß seine Muskeln schlaff, weich, und durchaus geschwächt sind. Ein zweiter oder dritter Schlag, wenn er auch schwächer als der erste ist, kann ein Thier in diesem Zustand allezeit gewiß töden. Ich fand, wenn ich dergleichen durch die Elektrizität getödete Thiere sogleich nach dem Tode öfnete, daß sich das Herz nicht mehr bewegte, noch bei Anwendung der stärksten Reize seine Bewegung wieder begann, ob ich gleich an selbigem, besonders an den Stellen, wo ich es mit Nadeln reizte, kleine zitternde Zuckungen wahrnahm, die man auch bei andern Thieren, wenn das Herz seine Bewegung verloren hat, zu bemerken pflegt. Auch die übrigen Muskeln waren ohne Bewegung, und das Zwerchfell zog sich nicht zusammen, wenn man gleich die Nerven desselben noch so stark reizte.

Ich will indessen nicht leugnen, daß zuweilen auf sehr starke Reizungen am Rükmarke eine Bewegung einiger Muskeln erfolgt, die aber nicht beständig und allezeit sehr schwach, mehr einem Zittern als einer gewöhnlichen Zusammenziehung ähnlich ist.

Die Dårme setzen ihre Bewegungen fort wie zuvor, und scheinen also durch die Elektrizitåt wenig oder gar nichts gelitten zu haben.

§. 75. Kaltblütige Thiere, Schildkröten, Aale, Frösche, u. s. w. sterben ebenfalls von elektrischen Erschütterungen, und zwar ordentlicher Weise mit zusammengezognen Muskeln. Bei Aalen, die doch so weich und beweglich sind, habe ich immer gefunden, daß alle ihre Muskeln durch den elektrischen Schlag hart, verkürzt, und gleichsam verdichtet wurden.

Große Land- und Wasserschildkröten scheinen schwerer zu sterben, doch sterben sie auch, wenn der elektrische Schlag stark genug ist. Ich habe bei diesen Thieren das Herz und die Vorkammern desselben oft hart gefunden, da es hingegen bei Fröschen und Aalen öfter erschlaft war. Bei diesen leztern ruhte es, bewegte sich aber, wenn man es stark reizte, doch allezeit sehr schwach, und nur auf kurze Zeit. Die Muskeln der durch die Elektrizitåt getödeten Schildkröten zeigten eher ein Zittern als eine wahre Zusammenziehung; bei Fröschen und Aalen hingegen war alles unbeweglich, sogar wenn man mit einer Nadel tief in das Rükmark stach. Die Schildkröten bewegten unter gleichen Umstånden die Füße ein wenig, selbst nach einigen Stunden noch, wiewohl diese Bewegung immer unmerklicher wurde. Eine Schildkröte, die ich aus

ihrer Schale genommen hatte, lebte nach der elektrischen Erschütterung noch viele Tage, dergestalt nämlich, daß ihre Muskeln die ganze Zeit hindurch reizbar blieben, und das Herz seine Bewegung ganz langsam fortsezte.

§. 76. Alle diese Beispiele von Thieren, so durch die Elektrizität getödet worden, beweisen sehr deutlich, daß diese sowohl als der Bliz durch Tilgung der Reizbarkeit töde. Bei einigen von diesen Thieren war keine Spur von Zerreißung der Gefäße, kein ausgetretnes Blut, kurz gar keine Veränderung, wenigstens keine solche, die den Tod hätte nach sich ziehen können, in dem Körper zu sehen. Bedenkt man, daß kaltblütige Thiere sonst ein so zähes Leben haben, daß ihre Muskeln sonst so lange reizbar bleiben, so wird man leicht einräumen müssen, daß die ganze Kraft der Elektrizität auf die Muskelfasern wirken müsse. Tödete der Bliz die Thiere eben so wie andre gewaltsame Ursachen, so müßten ihre Muskeln alle ihre Reizbarkeit beibehalten, müßten von sich selbst lange Zeit zusammengezogen bleiben, und die kleinsten äußerlichen Reize müßten ihre gewöhnlichen Bewegungen von neuem erregen. Allein von dem allen erfolgt nichts, wenn sie der Bliz getroffen hat: es ist alles tod an ihnen, und die Grundkraft der Bewegung selbst ist zerstört.

Die nächste Ursache des Todes bei Thieren, welche die Elektrizität getödet hat, ist demnach unstreitig der Verlust der Reizbarkeit des ganzen Muskelsystems. Da diese nach dem Eingeständniß aller Physiologen die Grundkraft und Quelle des Lebens und aller sowohl willkührlichen als unwillkührlichen Bewegungen ist, so muß auch, wo sie mangelt, im Thiere alles tod seyn.

§. 77. Man könnte fragen, was für Aenderungen denn eigentlich durch den elektrischen Schlag in dem Muskel hervorgebracht, und wie dadurch die Reizbarkeit zerstört werden könne? Ich glaube, daß ähnliche Veränderungen hier vorgehen, wie in solchen Thieren, die vom Gift der Vipern gestorben sind. Bei diesen nehmen die weichen Theile sogleich einen Hang zur Verderbniß und faulen Auflösung an; und eben dieses geschieht auch bei Thieren, welche die Elektrizität getödet hat, so daß ihr Fleisch, anstatt so wie sonst erst in etlichen Tagen mürbe und schmakhaft zu werden, kaum zwölf Stunden braucht, um gegessen werden zu können. Alle meine Versuche überzeugen mich hiervon, und man weis auch aus vielen Nachrichten, daß die Leichname durch den Bliz getödeter Menschen sehr bald in Verwesung gehen. Indessen erfolgt diese faule Verderbniß nicht in einem Augenblicke, denn ich habe oft gesehen, daß das Fleisch solcher Thiere,

die durch die Elektrizität getödet worden, wenn es gleich nachher zum Essen zubereitet wird, eben so hart ist als bei andern Thieren, die gleich nach dem Abschlachten gegessen werden. Die Veränderung wird erst nach drei Stunden merklich, noch mehr nach sechs Stunden, und zwölf Stunden sind allezeit hinreichend, um das Fleisch vollkommen zart und eßbar zu machen. Dieses alles beweist aber nur, daß die Fäulniß nicht so schnell überhand nimmt, daß sie unsern Sinnen gleich merklich werden könnte, daß aber demohngeachtet der Muskel zu ihrer baldigen Entwickelung vorbereitet ist.

Die Elektrizität zerstört demnach die Reizbarkeit, indem sie das innere Gewebe des Muskels, die Ordnung und den Zusammenhang seiner Grundbestandtheile gänzlich verändert, sie gleichsam zersezt, und mithin auch die in ihnen gegründeten eigenthümlichen Kräfte des Muskels vernichtet.

Alle diese Wirkungen bringt auch das Viperngift hervor. Es bewirkt eine Erschlaffung der Muskelfasern oder vielmehr der Grundbestandtheile, da sich diese hingegen von der Elektrizität zuweilen zusammenziehen; in beiden Fällen findet eine Veränderung des Zusammenhangs und des eigenthümlichen Zustandes der Muskelfasern statt, und diese ist hinreichend eine Fäulniß zu verursachen, weil diese allezeit um desto geschwinder erfolgt,

je mehr sich ein Theil von dem anfänglichen Zustande der Gesundheit und des Lebens entfernt.

Kaltblütige Thiere sterben zwar nicht so leicht von elektrischen Erschütterungen, aber sie sterben dennoch, und verlieren alle ihre Bewegung, wenn die Elektrizität stark genug ist, um sie der Lebenskraft und der Reizbarkeit gänzlich zu berauben. Bleibt gleich der thierische Körper nach dieser Art des Todes noch organisirt, so hat er doch nicht mehr die zum Leben nöthige Beschaffenheit der Organisation; denn ein blos organisirter Körper ohne Bewegung ist weiter nichts, als ein lebloser Körper.

So weit gehen unsre Beobachtungen, daß der Verlust der Reizbarkeit, der schnell erregte Hang zur Fäulniß, die Ursach des Todes bei Thieren sei, die der Bliz getroffen hat; tiefer einzudringen ist uns unmöglich, denn wir kennen weder die zur Reizbarkeit erforderliche Lage und Verbindung der Grundtheile der Muskelfasern, noch auch was für Veränderungen eigentlich in Ansehung derselben vorgehen müssen, um die Reizbarkeit zu tilgen, und Verderbniß zu verursachen. Die Thatsache ist gewiß, die Art des Erfolgs unbekannt, weil hier unendlich kleine Theile und gänzlich unsichtbare Bewegungen sind. Dem Naturforscher kann es indessen schon Befriedigung genug seyn, die einzelnen Erscheinungen der Körperwelt auf die allgemeinen Naturgesetze zurükgebracht zu haben.

---

# Anhang
## einiger Auszüge
### aus
# F. Fontana's Abhandlung
### über das
## Viperngift und einige andre Gifte *)

Dieses französische Werk des Herrn Fontana enthält eine Menge der schäzbarsten Beobachtungen, wie man sie nur von einem so scharfsinnigen und unermüdeten Naturforscher erwarten kann; und da sie mit demjenigen, was der Verf. am Ende des italienischen Werks, das ich hier übersezt liefere, gesagt hat, in genauer Verbindung stehen, so glaubte ich meinen Lesern keinen

*) Traite sur le venin de la vipére, sur les poisons americains, sur le Laurier-Cerise et sur quelques autres poisons vegetaux. — On y a joint des observations sur la structure primitive du corps animal, differentes experiences sur la reproduction des nerfs et la description d'un nouveau canal de l'oeil par F. Fontana, á Florence 1781. II. Voll. 4. av. figg.

u iangenehmen Dienst zu erweisen, wenn ich einige dieser neuern Bemerkungen, besonders diejenigen, welche die eigentliche Wirkungsart des Viperngifts betreffen, anhangsweise beifügte. Die umständliche Nachricht von allen Versuchen, die Herr Fontana über diesen Gegenstand angestellt hat, darf man freilich nur in einer vollständigen Uebersetzung des ganzen Werks suchen; um aber gleichwohl die Leser in den Stand zu setzen, die nachfolgenden allgemeinen Bemerkungen richtig beurtheilen zu können, muß ich wenigstens die vornehmsten Resultate jener Versuche in einer summarischen Erzählung voraus schicken.

Die Werkzeuge, mit welchen die Viper verwundet und vergiftet, sind die Hundszähne der obern Kinnlade. Es sind derselben meistens zween, zuweilen auch vier; im leztern Falle sind zween oder wenigstens einer so beweglich, daß sie ohne zu brechen ausgerissen werden können. An der Wurzel dieser größern Zähne und außer den Hölen derselben findet man noch 5 bis 8 kleinere, welche vermittelst eines sehr feinen und weichen Zellgewebes aufsitzen, an ihren Wurzeln gallertartig sind, und dazu bestimmt zu seyn scheinen, daß sie die größern Hundszähne, wenn solche zufälliger weise verloren gehen, wieder ersetzen. Die großen sowohl als die kleinern Hundszähne liegen in einer festen häutigen Scheide, welche durch eine Verlän-

gerung der Gaumenhaut gebildet wird, und an den Spitzen der Zähne offen ist. Die großen Hundszähne sind an der Wurzel ohngefähr eine halbe Linie breit, und selten länger als drei Linien. Sie sind insgesamt von ihrer Wurzel an bis an die Spitze ausgehölt. Die Hölung fängt oben an der Wurzel mit einer länglichrunden Oefnung an, und geht nahe an der Spitze in eine ebenfalls längliche Oefnung aus. Das Gift wird in zwo Drüsen, welche sich auf beiden Seiten in der Backengegend befinden, abgesondert. Diese Drüsen sind vermittelst fester Bänder an der hintern Gegend des Scheitelknochens und an der untern Kinnlade befestigt, und mit einer weislichen Haut bedekt, welche sich nach vorn in einen Kanal verlängert, der das Gift zu einem vorn an der Seite der Kinnlade liegenden Behälter oder Bläschen führt. Aus diesem Bläschen geht das Gift vermittelst einer Oefnung in der Scheide der Hundszähne in die holen Gänge dieser leztern über. Zur Ausleerung des Giftes aus der Drüse ist auf jeder Seite ein Muskel bestimmt, der von der untern Kinnlade schief hinterwärts unter und über die Drüse hingeht, und zugleich auch die Verschließung der Kinnlade bewirkt. Alle übrige Beismuskeln der Viper helfen ebenfalls, vermöge der Lage worin sie sich befinden, das Gift ausleeren. Die Knochen, worin die Giftzähne fest sitzen, sind beweglich; und vermöge

dieser Einrichtung können sich die Giftzähne auf zweierlei Art bewegen, nämlich sowohl aus ihrer Scheide hervordringen, als auch sich vor und hinterwärts gegen die Zungenwurzel krümmen. Dieses ist die doppelte Bewegung, welche die Zähne beim Beißen machen, wobei zugleich die Giftdrüse nebst dem Bläschen zusammengedrükt, und so das Gift in die Hölung der Zähne, und durch selbige in die Wunde gebracht wird. Das Gift scheint insgemein beim Bisse aus allen, auch den kleinern und locker sizenden Zähnen zu fließen.

Nur der gelbe Saft, welcher in den obgedachten Drüsen abgeschieden und in den Bläschen — nicht leicht in größerer Menge als zu 4 ; 5 Tropfen — aufbewahrt wird, ist das eigentliche Gift der Viper. Ihr Speichel äußert keine giftigen Wirkungen, wenn er einem Thiere durch eine Wunde beigebracht wird. Ihr Biß ist auch nie tödlich, wenn nichts von jenem gelben Safte in den Behältern vorräthig oder der Ausfluß desselben auf irgend eine Art verhindert ist. Dieses Gift behält unter allen Umständen seine Wirksamkeit, die Viper mag erzürnt oder ruhig seyn.

Das Vipergift ist weder saurer noch alkalischer Natur, und weder durchs Mikroskop noch durchs Ausdünsten lassen sich Salztheile in ihm entdecken. Es hat einen fast unmerklichen Geruch, und keinen scharfen brennenden Geschmack, wie der Saft des

Skorpions, der Wespe, der Biene und der Hornisse; sondern schmeckt nur sehr schwach wie frisches Fett, verursacht aber auf der Zunge einige Kälte, und läßt, oft auf etliche Stunden, eine Empfindung zurück, wie, wenn man herbe zusammenziehende Dinge gegessen hat, wobei zugleich die Beweglichkeit der innern Theile des Mundes etwas geschwächt wird. Hunde fressen es sehr gern. Es sinkt im Wasser zu Boden, und macht selbiges, wenn es genau damit vermischt wird, milchig; es brennt nicht auf Kohlen, ist, so lange es frisch ist, ein wenig klebrig, und wird durchs Austroknen zähe und pechartig. Nach allen Proben verhält es sich wie ein Gummi. Es behält seine tödlichen Eigenschaften noch lange Zeit nach dem Tode der Viper, wiewohl es endlich nach mehreren Monaten, wenn es schon lange vertrocknet ist, unwirksam zu werden scheint.

Der Viper selbst ist dieses Gift nie und unter keiner Bedingung tödlich, so wie auch andre giftige Thiere es fast nie für ihre eigne Gattung zu seyn scheinen. Es giebt auch einige andre Thiere, welchen das Vipergift nichts schadet; hieher gehören die Blutigel, die Erd und Gartenschnecken, verschiedne Schlangenarten und die Blindschleiche. Schildkröten sterben sehr schwer davon; andre, sowohl kalt- als warmblütige Thiere hingegen viel

leichter, und allezeit gewiß, wenn des beigebrachten Giftes genug ist.

Eine Viper kann oft mehrere, zumal kleine Thiere nach einander durch ihren Biß töden. Hr. Fontana sahe 10 = 12 Tauben von den Bißen einer einzigen Viper nach einander sterben. Der Biß einer gereizten Viper ist deswegen gefährlicher und geschwinder tödlich, weil sie alsdann tiefer und fester einbeißt, und nicht sogleich losläßt, folglich auch mehr Gift in die Wunde fließen läßt. Der Biß einer Viper, welche schon oft nach einander gebissen, und dadurch ihren Vorrath von Gift erschöpft hat, wird zulezt unschädlich. Ein Thier stirbt schneller, wenn es zu widerholtenmalen an dem nämlichen Orte, oder an verschiednen Orten, oder von mehrern Vipern zugleich gebissen worden ist. Kleinere Thiere sterben überhaupt insgemein leichter davon als größere.

Wenn durch den Biß der Viper nur die Oberhaut ein wenig verlezt wird, so ist er entweder ohne Folgen, oder seine Wirkung ist doch sehr gering, und verbreitet sich nicht weiter als auf die verwundete Stelle. Dringt aber der Biß tiefer in die Haut, so wird er insgemein tödlich. Wenn das Zellgewebe allein nach Absonderung der Oberhaut, und ohne die Muskeln verwundet wird, so stirbt es an derselbigen Stelle ab, aber das Thier bleibt beim Leben. Das Gift tödet nicht, wenn es blos

auf

auf die Oberfläche der Muskeln ohne Berührung der nahe liegenden Theile, auch nicht immer, wenn es ohne beträchtliche Gefäße zu verletzen, durch Verwundung der Muskelfasern oder ganzer Muskeln beigebracht wird. Es verliert seine Fähigkeit auf ein Thier tödlich zu wirken dadurch nicht, daß es schon ein andres Thier vergiftet, und sich mit dessen Blute vermischt hat. Am Bauche und an der Brust scheint das Vipergift minder tödtlich als an den Schenkeln und Beinen zu seyn. An der Leber und an den Därmen ist es allezeit tödlich. Wenn es an die Ohren, an die äußere Haut der Hauptknochen, an die harte Hirnhaut, ans Gehirn, an die Knochen und Knochenmark, an die durchsichtige Augenhaut, an die Nase oder an Flechsen, die noch mit ihrer Scheide bedekt sind, gebracht wird, so äußert es keine, oder doch nur leichte und örtliche Wirkungen. Hüner, welche die Viper in den Kamm gebißen hat, bekommen eine Geschwulst an den Kehllappen, und sterben gemeiniglich; wenn sie hingegen in die Kehllappen gebissen worden, so schwellen zwar diese, aber nicht der Kamm auf. Der Viperbiß bringt in den Nerven allein keine andern Wirkungen hervor, als die eine blos mechanische Verwundung derselben verursachen würde. Hingegen äußert das Gift seine gewöhnlichen Wirkungen, wenn es auf das Rükmark gebracht wird. Bei Fröschen, denen der Kopf

abgehauen, oder das Rükmark zerstört ist, scheint es wenig Wirkungen zu äußern. Andre Thiere tödet es auch in solchen Fällen, wenn Theile gebissen werden, deren Nerven unterbunden, und also die Gemeinschaft durch selbige mit dem übrigen Körper aufgehoben ist. In die Holader eingesprizt tödet es plözlich unter den gewaltsamsten und schmerzhaftesten Zuckungen, und man findet in solchen Thieren das Blut geronnen, und die Lungen mit häufigen schwarzblauen Flecken besäet. Warmes frischweggelaßnes Blut wird zwar durch Beimischung des Viperngiftes schwarz, aber ohne zu gerinnen; eben dieses geschieht auch bei solchen Thieren, die das Viperngift nicht tödet.

Einen Sperling zu töden ist $\frac{1}{1000}$ eines Grans von diesem Gifte hinreichend: nimmt man nun an, daß die zur tödlichen Wirkung erforderliche Menge desselben sich verhalte wie die Größe des Thiers, daß überhaupt ein Thier von diesem Gifte desto weniger leide, je größer es ist, und daß sich Vögel und Säugthiere hierin auf gleiche Art verhalten, so wird folgen, daß ohngefähr 12 Gran Viperngift einen Ochsen, und drei Gran einen Menschen töden können. Die Zeit, in welcher sich die Wirkungen des Viperngiftes äußern, ist bei verschiednen Thieren verschieden; bei Tauben pflegen sie sich in 15-20 Sekunden zu offenbaren. Die örtlichen Wirkungen des Giftes äußern sich auch in Gliedern,

welche gleich nach Beibringung desselben, aber nicht in solchen, die gleich vor der giftigen Verwundung abgenommen worden. Auch bei solchen Theilen, deren Gefäße unterbunden oder zerschnitten worden, sind die örtlichen Wirkungen des Gifts sichtbar. Der Tod der von Vipern gebißnen Thiere hängt überhaupt nicht etwa blos von der Verwundung oder von der durch das Gift hervorgebrachten örtlichen Veränderung ab, sondern von einer innerlichen, dem ganzen Körper mitgetheilten Krankheit. Diese offenbart sich äußerlich allezeit durch schwarzblaue Flecken und Geschwulst der gebißnen Stelle, und ihre innerliche Verbreitung durch Zuckungen, Schwäche, schweres Athemholen, und Steifwerden aller Muskeln.

Herr F. hat auch Versuche über alle bisher gegen den Vipernbiß vorgeschlagne Mittel angestellt, und gefunden, daß Säuren, Mittelsalze, gemeine feuerbeständige Laugensalze, flüchtige Laugensalze, (die besonders Sage so sehr empfolen hat) spanische Fliegen, gebranntes Hirschhorn, (welches man, schwarz gebrannt, für Schlangensteine — cobras de capelo — ausgegeben hat) Kalk, Fieberrinde, Skarifikation, Brennen und Aussaugen der Wunde, Theriak, Elektrizität, Blutigel, Bittersalzerde, und andre Erden, auch das Unterbinden der gebißnen Theile, (welches, mit Theriak und Skarifikation der Wunde verbunden,

Kämpfer angerathen hat) nichts gegen das Viperngift vermögen. Der Brechweinstein rettete einige Thiere, besonders Hunde und Katzen. Durch Abwaschen der gebißnen Theile mit Oel, Salzwasser, Kalkwasser, oder warmen Wasser wird der Schmerz gelindert, aber nicht leicht der Tod verhütet. Das Ablösen der verwundeten Glieder verhindert den Tod des Thiers, wenn es zeitig genug geschieht, so wie auch unter dieser Bedingung das Unterbinden der Ausbreitung des Uebels, aber nicht dem Verluste des gebißnen Theils vorbeugt. Unter allen Mitteln gegen das Vipergift fand F. keines wirksamer als den Aezstein, wenn er nämlich zeitig in die geschröpfte Wunde, welche man nachher auswäscht, gebracht wird, und des eingedrungenen Giftes nicht zu viel ist.

---

Das Ticunasgift der Amerikaner scheint eine vegetabilische Substanz zu seyn. Dasjenige, dessen sich Hr. F. zu seinen Versuchen bediente, war trocken und hart. Der Geruch desselben, auch wenn es verbrannt oder gekocht wurde, war, (gegen das Vorgeben der Reisebeschreiber) ganz unschädlich, aber ekelhaft. Es hat einen Geschmack, der dem Süßholz ähnlich, und nachher ungemein bitter ist. Es läßt sich im kalten und warmen Wasser, auch in den mineralischen Säuren auflösen, braust

weder mit Laugensalzen noch mit Säuren, verändert die Milch, und die Farbe blauer Pflanzensäfte nicht, und zeigt unterm Vergrößerungsglas keine Salztheile. Innerlich zu 8 / 10 Gran eingegeben, tödete es Kaninchen nnd Meerschweinchen, in geringerer Menge, zu 3 Gran ebenfalls, wenn die Thiere lange vorher nichts gefressen hatten. Es ist tödlich, wenn es in Wasser aufgelöst, in kleine Hautwunden, und ebenfalls, wenn es vermittelst einer Verwundung in Muskeln gebracht, auch tödet es, und zwar schneller als das Viperngift, wenn es in Blutgefäße eingesprizt wird, ist aber an sich selbst unwirksam, wenn es an die Nerven, in Wunden der Ohren oder der Hahnenkämme gebracht wird. Ein kleines Thier kann mit $\frac{1}{100}$ Gran dieses Gifts getödet werden. Es tödet auch Frösche und Schildkröten, wiewohl langsam. Ueberhaupt scheint es in Wunden beigebracht, seine Wirkung etwas später zu äußern als das Viperngift. Frisch weggelaßnes Blut, wird, wenn man es mit dem Ticunasgift vermischt, schwarz, und bleibt flüßig. Die Wirkungen dieses Giftes, welche sich in dem lebendigen Thiere zeigen, sind Zuckungen, Schwäche, Verlust der Bewegung und Empfindung. Es vertilgt die Reizbarkeit der Muskeln, aber nicht die des Herzens und der Därme. In den dadurch getödeten Thieren findet man die Muskeln blässer als gewöhnlich, die Gefäße mit etwas

dunkelgefärbtem, aber nicht geronnenen Blute angefüllt, auch die des Herzens zuweilen angeschwollen, das Herz selbst und die Eingeweide unverändert, die Lungen aber durchaus schwarzfleckig, und an einigen Stellen wie durchfressen. Das Absetzen der mit dem Ticunas vergifteten Theile verhütet den Tod, wenn es zeitig geschieht. Durch Beimischung mineralischer Säuren scheint dieses Gift seine Eigenschaft zu verlieren, welches aber nicht erfolgt, wenn man es mit Weinessig, Weingeist oder Laugensalz vermischt. Der Aezstein kann seine Wirkung nicht verhindern. Die vergifteten amerikanischen Pfeile äußern fast eben solche Wirkungen wie das Ticunasgift.

Das durch die trokne Destillation aus Kirschlorbeerblättern (Prunus Laurocerasus) bereitete Wasser, noch mehr aber dasjenige, welches zu wiederholten malen über frischen Blättern und über Kochsalz abgezogen worden, ist ebenfalls für alle warmblütige, sowohl als kaltblütige Thiere, mit denen Hr. F. Versuche angestellt hat, ein ungemein wirksames Gift. Es wirkt innerlich eingenommen, oder durch Klystire beigebracht, weit schneller und gewisser als in Wunden. Seine giftigen Eigenschaften sind nicht den flüchtigen Theilen zuzuschreiben, denn es bleibt ein tödliches Gift, wenn es gleich lange an der Luft gestanden, und

den Geruch verloren hat. Das zweimal verstärkte oder kohobirte Kirschlorbeerwasser tödet Tauben, wenn es blos an den innern Theil des Schnabels, und verursacht Zuckungen, wenn es ihnen an die Augen gebracht wird. Es tödet auch, wenn es an die Muskeln, ans Gehirn, oder durch Einspritzung in die Blutgefäße gebracht wird, und hemmt die Bewegung und Reizbarkeit des Herzens, wenn man selbiges damit bestreicht. Die Nerven, an welche man es bringt, verlieren ihren Einfluß in die Muskeln, zu welchen sie gehen, aber nur an der Stelle, wo sie von dem Gifte berührt werden, nicht unterhalb derselben. Derjenige Theil eines Blutigels oder einer Schlange, welcher in dieses Gift getaucht wird, stirbt gänzlich ab. Alle diese Erscheinungen äußern sich auch, wenn man anstatt des trocken destillirteu Kirschlorbeerwassers das destillirte Kirschlorbeeröl anwendet. Lezteres giebt durch Austrocknung ein Harz, das in Weingeist aufgelößt, und dann durch Wasser gefällt unschädlich wird. Das in der nassen Destillation der Kirschlorbeerblätter erhaltne Wasser, das Extrakt, und das empyreumatische Oel desselben sind unschädlich. Der Aezstein ist kein wirksames Hilfsmittel gegen die Wirkungen des in Wunden beigebrachten Kirschlorbeeröls oder Geistes. In Italien ist es sehr gewönlich, Persiko und verschiedne Rossolis mit Kirschlorbeerblättern zu bereiten: eine Beimischung,

die wirklich zuweilen von gefährlichen Folgen seyn könnte.

Der Saft des Giftsbaums (Rhus Toxicodendron) erregt zwar oft äußerlich rosenartige Entzündungen, ist aber weder innerlich noch äußerlich angewendet, ein tödliches Gift. Durchs Vergrößerungsglas entdekt man Salztheile in ihm. — Das Tabaksöl äußerlich angewendet, erregt meistens Erbrechen, und zufälliger weise dann und wann Lähmung des verlezten Theils.

Die Versuche des Herrn F. von welchen ich hier die Resultate angeführt habe, sind mit Katzen, Hunden, Kaninchen, Meerschweinchen, Hünern, Tauben, Sperlingen, Schildkröten, Vipern, Nattern, Blindschleichen, Aalen, Fröschen und Blutigeln angestellt worden. Mein Auszug mag als Einleitung zu folgenden einzelnen Stücken des Fontanaschen Werks dienen, die ich hier ganz übersezt liefere. H.

## Ueber die Ursache des Todes bei Thieren, welche von Vipern gebissen worden *)

### I.

Der Endzweck, den ich bei meinen Untersuchungen über das Viperngift vor Augen hatte, war hauptsächlich dieser, den Ursprung der Widersprüche zu finden, die man in den bis jezt über diesen Gegenstand von den aufgeklärtesten Beobachtern angestellten Versuchen wahrnimmt; zu gleicher Zeit aber wollte ich auch versuchen, durch Vergleichung und Zusammenstellung aller gefundnen Resultate, einige befriedigende Aufschlüsse über die so schnellen und tödlichen Wirkungen dieses Gifts zu erhalten.

„Wie tödet das Viperngift eigentlich? Hängt seine Wirksamkeit von einer verborgnen unerklärlichen Ursache ab, oder besizt es eine kältende Eigenschaft, welche die natürliche Wärme in ihrem eigenthümlichen Sitze, im Herzen vertilgt? Oder erhöht und verstärkt es vielleicht dieses Principium der Wärme bis auf einen solchen Grad, daß dadurch die Lebensgeister zerstört und aufgerieben werden? beraubt es das Herz seiner Empfindlichkeit, oder verursacht es durch einen in selbigem erregten schmerzhaften Reiz, einen allzuhäufigen und erstickenden

*) Traité sur le venin de la vipere &c. T. I. p. 69-[96.

den Zufluß des Blutes? macht es das Blut in den Herzhölen gerinnen, und dadurch das Herz unbeweglich, und erstrekt sich diese Gerinnung des Blutes, wenn sie wirklich statt findet, auch auf sämtliche Blutgefäße?" — Redi hat bereits diese Fragen aufgeworfen, gesteht aber dabei aufrichtig, „daß seine Kenntnisse zu Beantwortung derselben unzureichend wären, und es wohl auch immer bleiben würden."

Verschiedne andre Schriftsteller haben sich mit desto größerm Selbstvertrauen an die Auflösung dieser Aufgabe gewagt. — Einige glaubten, dieses Gift bewirke eine allgemeine Gerinnung des Blutes. Diese erfolgt, wenn man Säuren in die Blutadern eines lebendigen Thiers einsprizt. Das Thier stirbt unter dem heftigsten Erbrechen und Zuckungen, und wenn man es öfnet, so findet man alles Blut in den Adern geronnen. Weil man ähnliche Erscheinungen bei einigen vom Vipernbiß gestorbnen Thieren bemerkte, so schloß man — freilich etwas voreilig — daß das Viperngift durch Verdichtung des Bluts töde. Da aber Redi sowohl als die Pariser Akademisten bezeugen, daß man das Blut nicht allezeit in den auf diese Art getödeten Thieren geronnen findet, und daß auch nicht allezeit Zuckungen, Zittern und Erbrechen vor dem Tode vorher gehen; da man ferner ohne Unterschied bei sehr verschiednen Thieren das Blut

nach dem Tode nicht selten geronnen findet, so kann jene Muthmasung unmöglich den Zweifel heben. Ueberdies kann es auch andre Umstände geben, welche jene Zufälle und die Gerinnung des Blutes verursachen können, ohne das man deswegen nöthig hat, dem Viperngift die Natur und Wirkungsart einer Säure zuzuschreiben, welche es auch, meinen Versuchen zufolge, wirklich nicht besizt.

Die durchs Viperngift verursachte Gerinnung des Blutes ist wirklich so ungewiß und zweifelhaft, daß andre Schriftsteller gerade das Gegentheil behauptet, und angenommen haben, die tödliche Wirkung desselben hänge von einer gänzlichen Auflösung des Blutes ab. Indessen hat diese Meinung noch weniger Grund als die erste, da man für sie keine einzige unbezweifelt richtige Erfahrung anführen kann. Noch andre glauben, das Viperngift töde, indem es eine allgemeine Entzündung verursache. Wie kann man aber glauben, daß diese in einer so sehr kurzen Zeit überhand nehmen und tödlich werden könnte? Auch ist bei denen, die von einer Viper gebissen worden, nicht immer ein Fieber zugegen, in ihren Leichnamen findet man keine Spur von Entzüudung, wenigstens ist sie, wo sie sich etwa zeigt, mehr individuellen körperlichen Beschaffenheiten, als einer eigenthümlichen Kraft des Viperngiftes zuzuschreiben.

F. Hofmann und seine Schüler, welche alle Krankheiten aus Spannung oder Erschlaffung der Theile herleiten, haben auch hier ihr System geltend zu machen gesucht, und behauptet, das Viperngift errege auf eine verborgne Art einen allgemeinen Krampf in der ganzen Maschine. Wenn aber dieser Krampf nicht in allen Thieren, die vom Viperngift sterben, statt findet, wie kann man ihn als eine allgemeine Ursache ansehen? Es ist sogar im Gegentheil gewiß, daß die Thiere vielmehr mit einer allgemeinen Erschlaffung und Lähmung, als mit Steifheit und Zusammenziehung aller Glieder sterben.

Mit Uebergehung verschiedner andrer Meinungen, welche ohne sich auf Erfahrung zu gründen, durch selbige sogar widerlegt werden, wende ich mich zu Meads Hypothese. Dieser Schriftsteller nimmt ein ätzendes Salz im Viperngift an, und auf diese Voraussetzung ist seine ganze Theorie gegründet. Er will beweisen, daß das ätzende Salz des Viperngifts die rothen Blutkügelchen zersetze, und die ganze Mischung des Bluts zerstöre; da es aber schwer ist zu begreifen, wie dieses Salz in so kurzer Zeit die ganze Blutmasse verändern könne, so nimmt er an, daß, wenn sich das Gift einmal in der Wunde festgesezt habe, von selbigem eine sehr feine und elastische flüßige Materie ausgehe, die in einem Augenblicke sich durch die ganze

Blutmasse verbreite, so wie ein Funken, der in eine mit Pulver gefüllte Brandröhre fällt, weiter um sich greift, und durch plözliche Entwickelung der in jedem Pulverkorne entwickelten Luft, die ganze Mine sprengt. Eben so schreibt auch D. James die Wirkung des Viperngiftes einem in ihm enthaltnen sauern Salze zu, welches die ursprüngliche Beschaffenheit der Blutkügelchen ändere.

Es würde vermuthlich unnütz seyn, mich auf Bestreitung eines Systems einzulassen, das Salze annimmt, die wirklich in dem Viperngift gar nicht vorhanden sind. Auch ist die elastische Materie, welche in den Blutkügelchen enthalten seyn soll, etwas ganz unerwiesenes, und die Gestalt der Blutkügelchen wird durch das Gift ganz und gar nicht verändert. Untersucht man sie durch ein Vergrösserungsglas, so findet man sie eben so wie sonst, und wie alle runde Körper durchs Vergrößerungsglas erscheinen, nämlich am Rande dunkelgefärbt und undurchsichtig, und in der Mitte mehr durchscheinend. Ich begreife nicht, wie Baker, ein sonst so genauer Beobachter, hat annehmen können, daß der Biß giftiger Thiere, und selbst das kleinste Theilchen ihres Giftes, die ganze Blutmasse verderbe, indem es die Dichtheit und Gestalt der rothen Blutkügelchen verändere.

Es ist dieses nicht der einzige Fall, wo man sich ohne Grund auf eine Veränderung der Gestalt

der Blutkügelchen berufen hat. Die kleinen Ringe, die man an die Stelle der Blutkügelchen hat setzen wollen, beweisen, daß das verschiedne Licht, die Beschaffenheit des Miskroskops, und der Beobachter selbst, der sich an den ersten Anschein hält, sehr oft die einzigen Ursachen dieser vorgeblichen Veränderungen sind, die kein Daseyn außer der Einbildungskraft haben. Ich werde künftig in einer eignen kleinen Abhandlung zeigen, daß alle kleine runde Körper unterm Miskroskop ringförmig erscheinen, weil ihr Mittelpunkt am meisten erleuchtet ist *).

Die Zersetzung der rothen Blutkügelchen, wovon uns die Aerzte so viel zu sagen wissen, ist eine der seltensten Erscheinungen im thierischen Körper. Die Anhänger der mechanischen Sekte haben sich eingebildet, die Blutkügelchen wären kleine aus dünnen Häuten bestehende und mit einer sehr elastischen Luft angefüllte Bläsgen, und mithin in vielen Fällen einer Veränderung ihrer Gestalt fähig: allein diese Bläschen existiren nicht, und überhaupt verändern die Blutkügelchen ihre Gestalt fast niemals **).

*) Die unveränderliche Gestalt der Brustkügelchen hat Hr. F. schon in s. Osservazioni sopra i globetti del sangue Lucca 1767. gegen den P. de la Torre behauptet. H.

**) Eigentlich zu reden sind die Theile des rothen Bluts keine Kügelchen; wie ich dieses künftig in

Selbst die Zuckungen, welche sich bei kaltblütigen Thieren fast nie, und bei warmblütigen nicht immer einfinden, können nicht beweisen, daß das Vipergift ätzende Salze enthalte, deren unsichtbare Spitzen die Nerven verletzen, und die Muskelfasern reizen. Betäubende Mittel und der Mohnsaft erregen ebenfalls Zuckungen, wird man aber deswegen glauben, daß auch sie auf eine solche mechanische Art wirken? Zuckungen sind auch nicht immer die Folgen eines Reizes: oft entstehen sie auch, wenn das Gleichgewicht zwischen zween einander entgegenwirkenden Muskeln aufgehoben ist. Schwache entkräftete Thiere, welche einen heftigen Blutverlust erlitten haben, sterben unter den fürchterlichsten Zuckungen; und hier ist doch wohl weder an scharfe Spitzen, noch an reizende Salze zu denken: eben so wenig als man einen Ueberfluß von Nervensaft annehmen darf, da man mit mehrerem Grunde eher glauben könnte, daß die ungleiche Vertheilung desselben in dem Muskel oder die Unregelmäßigkeit des Kreislaufs, Zuckungen in solchen Fällen bewirken köune.

Wenn der Mohnsaft heftige Zuckungen verursacht, so geschieht das, wie mich dünkt, deswe-

einer Sammlung verschiedner mikroskopischer Beobachtungen umständlich erweisen, und ihre Figur und übrigen Beschaffenheiten genau erklären werde. Fontana.

gen, weil er in verschiednen Zeitpunkten und auf eine unregelmäsige Art, die Reizbarkelt der Muskelfaser zerstört. Ueberdies ist es ausgemacht, daß schwache Personen, zärtliche Frauenzimmer insonderheit, am meisten zu Zuckungen geneigt sind; und bei solchen Subjekten kann man doch unmöglich einen Ueberfluß von Nervensaft annehmen. Man weis, daß alle Muskeln, selbst dann, wenn sie erschlaft sind, eine gewisse Spannung beibehalten, und daß daher ihre Fasern, wenn man sie zerschneidet, sich allezeit zurükziehen, und so die Wunde erweitern.

Ein gelähmter Muskel wird allezeit länger, indessen sein Gegenmuskel sich verkürzt; und dieses bewirkt, daß die Ruhe der Muskeln von dem Gleichgewicht der Kräfte verschiedener Fasern in demselben Muskel abhängt. Diese Kräfte, welche sich so das Gleichgewicht halten, zerstören und erneuern sich in jedem Augenblicke, ohne sichtbare Veränderung oder Bewegungen zu bewirken. Aller Wahrscheinlichkeit nach hängt diese natürliche Spannung der Muskelfasern von einer gleichförmigen Vertheilung der flüßigen Theile in ihrer ganzen Substanz ab; wie ich dieses in meiner Schrift von den Gesetzen der Reizbarkeit und in den physiologischen Untersuchungen über die thierische Natur zu erweisen gesucht habe.

Wenn

Wenn aber die Muskeln nicht die nämliche Menge von Flüssigkeit erhalten, wenn selbige sich in ihnen mit ungleicher Kraft und Geschwindigkeit vertheilt, so wird sogleich daß Gleichgewicht aufgehoben; diejenigen Muskeln, welche an Kraft überlegen sind, ziehen sich zusammen, und daher entstehen Zuckungen, und Erschütterungen der ganzen Maschine. Daher kommt es, daß nach einem sehr heftigen Blutverlust und nach Vergiftungen, der Tod unter Zuckungen erfolgt. Denn es läßt sich nicht denken, daß der Verlust der Kräfte und des Blutes in jedem Theile, Muskel, oder Muskelfaser gleich groß seyn könne, da der Kreislauf hier sehr unregelmäßig ist, und die Reizbarkeit nur allmälig, und nach Beschaffenheit der Umstände ganz unregelmäßig abnimmt.

Wollte man aber auch aus den Zuckungen schließen, daß die sie verursachende Materie scharf und ätzend seyn müsse, so folgt daraus noch nicht, daß sie ein Salz seyn müsse; denn unsere Erfahrungen reichen noch nicht weit genug, um behaupten zu können, daß diese Eigenschaften blos Salzen zukommen.

Die Zuckungen, in welche zuweilen Thiere, die von Vipern gebissen worden, verfallen, geben mir Anleitung zu Erklärung der Gelbsucht, die der Vipernbiß ebenfalls zuweilen nach sich zieht. Man hat selbige einer Zusammenschnürung der

Gallengänge bey ihrem Ursprung in der Leber zugeschrieben, wodurch die Absonderung der Galle verhindert, das Blut mit Galle überladen, und selbige mithin auf die Haut abgesezt werde. —

Andre haben mit größerer Wahrscheinlichkeit angenommen, daß die Zuckungen, und die gewaltsame Reizung der Nerven eine Verengerung der Gallengänge verursachen, so, daß die schon abgesonderte Galle ins Blut zurückgeführt werde, und alsdann die Haut färbe. Allein diese Hypothesen sind beyde ungegründet, da uns anatomische Erfahruugen überzeugen, daß die Nerven nicht reizbar sind, und die Gallengänge keine Muskelfasern haben. Die erste Hypothese hat noch einen Grund mehr gegen sich; denn wenn die Galle nicht in der Leber abgesondert, und von da erst ins Blut zurückgeführet wird, wie kann sie gleichwol ihre Natur und Farbe äußern? Es ist fast unbegreiflich, daß so viele große Aerzte und unter ihnen selbst Boerhaave, haben annehmen können, die Galle brauche nicht erst in der Leber abgesondert zu werden, um das Blut und die Haut gelb zu färben.

Zur Entstehung der Galle ist es noch nicht genug, daß sich alle Bestandtheile derselben, fixe und flüchtige Salze, ölige und wässerige Theile im Blute finden, sondern es wird dazu auch erfordert, daß die zur Absonderung der Galle be-

stimmten Werkzeuge diese Stoffe verarbeiten und in gewissen Verhältnissen mischen. Es werden folglich die nämlichen Stoffe, welche in dem dazu bestimmten Eingeweide Galle erzeugt haben würden, so lange sie im Blute mit den übrigen Bestandtheilen desselben vermischt sind, nie die Natur der Galle annehmen können. Ist diese hingegen einmal abgesondert, und wird sie alsdann in die Blutmasse zurückgeführt, so behält sie alle ihre Eigenschaften, und kann von allen Bestandtheilen des Blutes nicht weiter in ihre ursprüngliche Stoffe zerlegt werden: so wie ein Tropfen Oel seine Natur mitten in einer andern Flüssigkeit beibehält; wenn man ihn gleich damit umschüttelt und dadurch aufs feinste zertheilt, so bleibt doch jedes einzelne Theilchen, Oel, wie es vorher war. Eben so sind auch die Bestandtheile des Mostes und des Oels im Weinstock nnd Oelbaume schon enthalten, aber erst in der Traube und Olive erscheinen sie als Most oder Oel mit einander vereinigt.

Ein noch deutlicherer Beweis, welcher jene Hypothese ganz umstürzen kann, ist das Beyspiel der Verschnittenen. Diese Unglücklichen tragen ihr ganzes Leben durch alle Bestandtheile der Saamenfeuchtigkeit in ihrem Blute mit sich herum, aber sie äußert sich durch keine ihrer gewöhnlichen Wirkungen; diese Leute gleichen den Weibern, und

haben nie jenen dem nämlichen Geschlechte eigenthümlichen Geruch. — Wollten wir aber auch zugeben, daß nicht nur die einzelnen Stoffe der Galle, sondern die Galle selbst im Blute enthalten sei, so würde doch daraus noch nicht folgen, daß sie auch fähig seyn müsse, die Haut gelb zu färben. Man hat Fälle, wo die Leber lange Zeit verhärtet oder vereitert gewesen ist, ohne daß deswegen eine Gelbsucht sich gezeigt hätte *). — Es ist also wohl fast unwidersprechlich, daß wenn Thiere, welche von Vipern gebissen worden, gelbsüchtig werden, die Ursache dieser Erscheinung den Ausfluß der Galle, nachdem sie schon abgesondert war, gehemmt haben müsse, ohne die Absonderung selbst vorher gehindert zu haben. Ich bin nicht abgeneigt zu glauben, daß sich die Galle in solchen Fällen blos deswegen in die Blutmasse ergieße, weil sie in dem Gallengange (ductus choledochus) aufgehalten wird, und sich deswegen nicht in den Zwölffingerdarm ergießen kann. Die krampfhaften Bewegungen des Magens und der Därme, welche auf den Vipernbiß folgen, können sehr leicht

*) Die Beweise, die der Verf. der gewöhnlichen Theorie der Gelbsucht entgegensezt, sind fast durchaus die nämlichen, deren sich Hr. Marcard im 1sten Theile seiner medizinischen Versuche, Leipz. 1778. zu gleichem Endzweck bedient hat: auf welche vortrefliche Schrift ich daher die Leser verweise. H.

auch den Zwölffingerdarm krampfhaft zusammenziehen, und so die Mündung des Gallengangs verschließen. Eben so wenig darf es befremden, daß Personen, welche auf andre Art vergiftet werden, die Gelbsucht bekommen; da diese ebenfalls Zuckungen, schmerzhaftes Spannen in der Magengegend und um den Nabel, galliges krampfhaftes Erbrechen, und andre Zufälle, die ihren Siz im Unterleibe haben, zu leiden pflegen. In gewissen Fällen kann auch die Galle bei Personen, die von Vipern gebissen worden, so verdünnt und geschärft seyn, daß sie selbst durch die Substanz der Leber dringt, und in die Blutmasse zurükgeführt, in der Haut abgesezt wird. So nimmt auch in einigen Krankheiten ihre Schärfe und Durchdringlichkeit dergestalt zu, daß sie selbst durch die dikften Häute dringt, und in Menge auf dem Grimmdarm, Zwölffingerdarm, Bauchfell, Nez und Darmfell abgesezt wird, wie dieses die Leichenöfnungen deutlich beweisen. Man weis, daß wenig thierische Säfte so sehr zur Verderbniß geneigt sind, wie die Galle, und wir werden bald sehen, daß das Vipergift wirklich einen fauligen Stof in den Körper bringe.

Buffon behauptet, die Wirksamkeit des Vipergiftes, und andrer schnell tödenden Gifte rühre von kleinen Thierchen her, die sich in den Aufgüssen thierischer und pflanzartiger Substanzen finden,

und nach seiner Meinung blos organische Grundanfänge (molecules) sind. Ich kann aber versichern, daß weder im Viperngift, noch in andern thierischen oder pflanzartigen, am wenigsten aber in mineralischen Giften solche Theilchen zu finden sind, wie ich mich hievon durch die sorgfältigsten Beobachtungen durch die besten Vergrösserungsgläser überzeugt habe.

Der Verfasser des Buches; über die Wiederherstellung individueller Substanzen, oder vielmehr Buffon selbst, behauptet, das Viperngift und andre sehr wirksame und durchdringende Gifte könnten nicht wohl etwas anders als solche organische Theilchen seyn, die nach seiner Meinung nichts anders als die von Mead beobachteten Salze sind. Er glaubt auch, das Eiter der Wunden sei mit solchen Theilchen angefüllt. Allein dieses Vorgeben ist ganz ungegründet, denn ich habe erwiesen, daß man eben so wenig Salze als jene vorgeblichen organischen Theilchen im Blute finde. So habe ich auch Wunden verschiedner Art, gutartige sowohl als brandige und krebsartige untersucht, aber nie die geringste Spur solcher Theilchen finden können; ich habe nicht einmal etwas anders als eine Menge kleiner ungleicher mehr oder weniger runder Körperchen wahrnehmen können, die in einer durchsichtigen Feuchtigkeit schwammen. Man findet nicht einmal in natürlich entstandnen Wunden dergleichen

mikroskopische Thierchen, die sich doch in allen thierischen und pflanzartigen Substanzen zeigen, wenn man solche an freier Luft im Wasser faulen läßt.

Da alle bisher vorgetragene Meinungen so wichtige Zweifel gegen sich haben, so mußte ich aus meinen eignen Beobachtungen eine passende Erklärung herzuleiten suchen. Bedenkt man, wie schnell das Viperngift in Vergleichung mit andern thierischen Giften wirkt, so sieht man leicht ein, daß sich nach keiner von allen jenen Theorien Rechenschaft hievon geben läßt. Ich konnte wenigstens nicht begreifen, wie kaltblütige Thiere, z. B. Frösche, so schnell von diesem Gifte sterben, da sie doch, wenn man ihnen das Herz, die Därme und andre Eingeweide ausgerissen, oder selbst den Kopf abgeschnitten hat, noch lange fortleben.

Mead hatte in der ersten Ausgabe seiner Schrift sich für die gewöhnliche Meinung erklärt, daß nämlich die Gifte, thierische insonderheit, auf das Blut wirken, und mit selbigem bis in die innersten Theile der Maschine dringen. Da er aber über die geschwinden Wirkungen des Giftes der Klapperschlangen nachdachte, so veränderte er in der Folge seine Meinung, und nahm an, daß die erste Wirkung des Viperngifts und andrer thierischen Gifte den Nervensaft betreffen, welcher dadurch verändert werde, und Entzündung und Tod verur-

sache, so daß also die Mittheilung des Giftes, selbst im Blute, blos durch den Nervensaft geschehe.

Die eigentliche Wirkungsart des Vipergiftes ist ganz unbekannt; jedoch kann man vielleicht durch eine Vergleichung mit den Wirkungen des Mohnsafts einige Aufschlüsse hierüber erhalten. Der Mohnsaft schwächt, betäubt und tödet, indem er die Reizbarkeit vernichtet, wie ich dieses zu wiederholten malen bei kaltblütigen Thieren gesehen habe, und Haller schon längst auch in Ansehung der warmblütigen Thiere erwiesen hat. Die Zufälle, welche auf den Viperbiß folgen, sind nicht sehr von denjenigen, die der Mohnsaft erregt, verschieden, und können wenigstens glauben machen, daß das Vipergift ebenfalls durch Vernichtung der Reizbarkeit töde.

Ich habe nie mit den Erklärungen zufrieden seyn können. die man von der Wirkungsart der mephitischen Dünste giebt. Einige haben die übermäßige Elastizität, andre den Mangel an Elastizität, als Ursachen der tödlichen Wirkungen angesehen, welche eine solche verdorbne Luft äußert. Beyde Hypothesen werden durch die Erfahrung wiederlegt, welche auf der einen Seite beweist, daß die Elastizität einer mephitischen Luft nie so gros seyn kann, daß sie plözlich töden solte, und daß man auf der andern Seite auch Beispiele, mephitischer Dünste, ohne Beraubung der Elastizität aufweisen kan.

Andre haben angenommen, die Ursache des Todes sei hier der Reiz, den die mephitische Luft in den Nerven der Luftröhre verursache, wodurch eine allgemeine krampfhafte Zusammenschnürung der Lungen und mithin eine Unmöglichkeit Luft zu schöpfen bewirkt werde. Endlich haben auch einige Schriftsteller vorgegeben, die vitriolischen Theilchen der mephitischen Luft trieben die thierischen Säfte aus ihrer Stelle, so daß die des Nervensafts beraubten Lungenbläschen gänzlich erschlaffen und unthätig werden müssen. — Allein auch solche Thiere, welche lange Zeit ohne Athemholen und ohne Kreislauf des Blutes leben, Frösche z. B. und andre kaltblütige Thiere sterben sehr schnell in mephitischer Luft; und eben dieses gilt auch von den Insekten, bei welchen bekanntermasen der Kreislauf nicht selten ohne Lebensverlust unterbrochen bleibt. Ueber dieses sind ja auch die Nerven nicht reizbar und die Lungen mit keinen Muskelfasern versehen. Es giebt auch Gerüche, und geschmacklose mephitische Dünste, welche keine schweflichen, sauren noch laugenhaften Theile enthalten; und enthielten sie auch dergleichen, so wäre doch deswegen um nichts leichter zu begreifen, wie selbige Thieren, die sonst ein so zähes Leben haben, so schnell den Tod bringen könnten.

Diese Betrachtungen veranlaßten mich, neue Versuche mit künstlich verdorbner Luft anzustellen.

Ich füllte einen Rezipienten mit Schwefeldämpfen, und brachte einen Frosch unter selbigen, der nach einigen heftigen Bewegungen und Sprüngen plözlich starb. Ich schnitt ihn auf, und fand alle innern Theile erschlafft; das Herz schlug zwar noch, aber sehr schwach, und hörte bald ganz auf sich zu bewegen. Ich reizte das Herz und andre Muskeln, allein es folgte keine Zusammenziehung; selbst dann nicht, wenn ich mit einer Nadel ins Rückmarck stach. Das Blut hatte eine braune Farbe, aber seine Kügelchen hatten ihre runde sphärische Gestalt behalten.

Zween andre Frösche sezte ich unter einen gläsernen Rezipienten, in dem ich die Dünste einer salpetersauren Eisenauflösung gesammelt hatte. Sie starben den Augenblick und ich fand braunes geronnenes Blut in ihren Herzen angesammelt, welche nicht mehr schlugen, und gegen alle Reize unempfindlich waren. Die Muskeln waren ganz schlaff, und hatten ihre Reizbarkeit verloren: ich stach den Schenkelnerven, allein es erfolgte keine Bewegung.

Der Professeor Veratti zu Bologna, stellte in meiner Gegenwart ähnliche Versuche an, welche eben so ausfielen. — Aus allen diesen Umständen erhellet, daß mephitische Luftarten durch Beraubung der Reizbarkeit töden. Dieses ist die nächste Ursache ihrer so schnellen und fast augenblicklichen Wirkung

Ich hatte diese Meynung schon in meiner ersten Schrift über das Vipergift geäußert, welcher aber Tissot im zweiten Theil seines Werks von den Nerven, §. 218. wiederspricht. „Man „hat behaupten wollen, schreibt er, die mephitischen Luftarten tödeten durch Entziehung der Reizbarkeit; allein es läßt sich nicht begreifen, auf „welchem Wege sie so unmittelbar aufs Herz wirken sollten. Die fixe Luft, welche durchs Einathmen tödlich wird, verstärckt die Wirksamkeit „der Muskelfasern, wenn sie als Klystier beygebracht wird, erweckt die Lebenskraft, und giebt „zuweilen Krancken, welche sich schon am Rande des „Grabes befanden, ihre Gesundheit wieder. Sie „erregt also, unmittelbar an die Muskeln gebracht, „die Reizbarkeit, anstatt sie zu vernichten."

Ich kann mich hier auf keine weitläuftige Untersuchung der Wirkungen einlassen, welche die mephitischen Luftarten auf lebendige Thiere äußern, da dieses einem andern bereits zum Druck fertig liegenden Werke über das Athemholen vorbehalten ist. Indessen will ich nur bemerken, daß Tissots Gründe nicht ganz überzeugend sind. Die Erfahrung mag hier entscheiden. — Der erste Einwurf ist dieser, daß man die Wege nicht kenne, auf welchen mephitische Luftarten die Reizbarkeit des Herzens zerstören könnten. Allein der Man-

gel an genauer Erkentniß einer Wahrheit, schließt noch nicht die Kenntniß einer andern Wahrheit aus. Wir können Wirkungen sehen, ohne ihre Ursachen und die Wirkungsart derselben zu wissen. Dieses ist der Fall bei allen menschlichen Kenntnissen. Wir kennen Wirkungen, deren Ursachen uns ganz unbekannt sind, und wiederum kennen wir auch Ursachen, ohne zu wissen, wie sie ihre Wirkungen hervorbringen.

Es kommt demnach blos darauf an, daß man sich durch die Erfahrung überzeuge, ob die mephitischen Luftarten die Reizbarkeit des Herzens zerstören oder nicht, und wenn die Thatsache gewiß ist, so ist es gleichgültig, ob man die Wege kenne oder nicht, auf welchen die Thätigkeit dieser Luftarten zum Herzen gelangt. Indessen sehe ich auch nicht ein, wie man das Daseyn solcher Wege leugnen könne. Die mephitische Luft tödet Thiere, welche man selbige einzuathmen zwingt, wirkt also unmittelbar auf die Lungen. In diesen werden aber beständig Feuchtigkeiten abgesondert, und auch solche Theile, welche in unmittelbarer Berührung mit ihnen stehen, können durch sie ausgesondert werden. Mithin kann es eine wahre Gemeinschaft zwischen der eingeathmeten mephitischen Luft, der Lunge, und den in selbiger abgesonderten Feuchtigkeiten geben. Da nun aber die Lunge das Blut

aus dem Herzen aufnimmt, und zum Herzen zurükführt, so sehe ich nicht ein, wie man die Möglichkeit leugnen will, daß die mephitische Luft auf das Herz wirken könne.

Der zweite Einwurf, den Tissot mir entgegensezt, ist dieser, daß die fixe Luft, welche durchs Athemholen tödlich wird, die Muskelfasern der Därme, wenn sie unmittelbar an selbige gebracht wird, zu lebhaftern Bewegungen reize, und folglich in unmittelbarer Berührung mit den Muskeln die Reizbarkeit vielmehr errege als zerstöre, und mithin auch dem Herzen seine Reizbarkeit nicht rauben könne.

Es ist aber ein sehr bekannter Erfahrungssatz, daß es wirklich Körper giebt, die, wenn man sie auf gewisse Theile bringt, heilsame Wirkungen äußern, und hingegen, auf andre Theile angewendet, Krankheiten und den Tod selbst verursachen können. Viele Arzneimittel, besonders verschiedne Gifte, wirken auf diese Art, und ich habe selbst verschiedne neue Beispiele hievon angeführt.

Die Elektrizität tödet, indem sie dem Herzen und überhaupt allen Muskeln ihre Reizbarkeit raubt, und nichts desto weniger ist sie eins der kräftigsten bekannten Reizmittel. Sie giebt Thieren das Leben wieder, indem sie die Reizbarkeit von neuem erregt, welche sie ihnen einen Augenblick vorher

entzogen hatte. Ich habe gefunden, daß unter allen Reizmitteln, die man, um Thiere, welche durch die Elektrizität betäubt worden sind, wieder zu sich zu bringen, anwenden kann, kleine elektrische Funken das wirksamste sind.

Die fixe Luft wirkt aber auch auf eine ganz andre Art, wenn sie in die Därme gebracht, als wenn sie eingeathmet wird. Im ersten Falle wirkt sie unmittelbar, im zweiten hingegen scheint sie nur, insofern sie mit dem Blute zum Herzen gebracht wird, ihre Wirksamkeit zu äußern. Der Erfolg muß daher auch ganz verschieden seyn.

Alle diese Umstände brachten mich auf die Muthmasung, daß das Vipergift durch Vernichtung der Reizbarkeit töde. Ich verschafte mir zu meiner Untersuchung funfzig große muntere Frösche, die ich deswegen besonders wählte, weil diese Thiere lebhafter und reizbarer sind, schwerer sterben, und ihre Muskeln sich noch ganze Tage lang nach dem Tode, wenn sie gereizt werden, zusammenziehen.

Ich lies jeden Frosch von einer Viper beißen, einige am Schenkel, andre am Rücken, am Kopfe, u. s. w. Einige starben in weniger als einer halben Stunde, andre in einer, bis drei Stunden. Einige litten gar nicht davon, andre starben zwar

nicht, schwollen aber doch auf, oder blieben nachher sehr schwach, besonders an den Hinterfüssen, welche vom Bisse gleichsam gelähmt waren. Bei einigen brachte ich blos etwas Vipperngift in eine kleine Hautwunde, und diese lebten etwas länger als die gebißnen, doch kam keiner mit dem Leben davon. Ich suchte allezeit zu verhüten, daß das in die Wunde gebrachte Gift nicht wieder mit dem Blute heraus gienge. — Von diesen Fröschen schwollen einige sehr auf, andre weniger oder gar nicht. Fast bei allen waren die Wunden etwas entzündet, doch starben auch einige ohne die mindesten Zeichen einer Entzündung. Bald nach dem Biß verloren diese Thiere die Kraft, ihre Füße zu bewegen. Wenn man sie frei lies, so schleppten sie sich nur mit Mühe fort, und stach man sie mit einer Nadel in die Schenkel, so bemühten sie sich fast gar nicht selbige zurückzuziehen, schienen es auch fast gar nicht zu fühlen. Nach und nach wurden sie über den ganzen Leib steif uud gelähmt, und starben alsdann sehr bald.

Ich öfnete diese Thiere nach dem Tode, und reizte die Schenkelnerven mit den wirksamsten Reizmitteln; allein es erfolgte nicht die mindeste Bewegung oder Zittern der Schenkel. Ich mochte die Muskeln stechen, oder eine große Nadel in das Rükmark drücken, es war nichts vermögend,

die Muskeln, in denen der Tod jeden Funken des Lebens erstickt hatte, zu neuen Bewegungen zu reizen. — Nur das Herz sezte seine Bewegungen noch in einigen ganz schwach und langsam fort, und war mit einem schwärzlichen Blute angefüllt. Wenn man es mit Nadeln reizte, so wurde seine Bewegung stärker. Es schien also weniger als andre Theile von dem Gifte gelitten zu haben, indessen war seine Bewegung nach dem Tode doch nur von kurzer Dauer.

Man hat Leute gesehen, die nach dem Biß einer Viper ihr ganzes Leben hindurch gelähmt blieben. Noch vor kurzem wurde in Toskana eine Frau von einer Viper in den kleinen Finger gebissen, welches ihr nach vielen andern Zufällen eine unheilbare Lähmung der ganzen rechten Seite zuzog. Kurz alle, welche so unglücklich gewesen sind, von einer Viper gebissen zu werden, beklagen sich über eine allgemeine Schwäche, über eine beständige Betäubung des Leibes und der Seelenkräfte, welche allmälig in eine tödliche Schlafsucht übergeht. Lauter Umstände, welche deutlich beweisen, daß dieses Gift die Muskeln ihrer Reizbarkeit beraube.

Nach den Versuchen die ich mit Fröschen angestellt habe, scheint das Gift des Armpolypen viel Aehnlichkeit mit dem Vipergift zu haben. Ein Regenwurm erstarret, und stirbt in dem Au-

genblicke, da ihn der Polyp ergreift, und doch ist es bekant, daß die Regenwürmer sonst ein sehr zähes Leben haben, und sich noch lange Zeit, nachdem sie in Stücken zerschnitten worden, bewegen. Es muß also das Gift des Polypen eben so wie das Viperngift durch Tilgung der Reizbarkeit töden.

Wenn es aber diese Eigenschaft ist, welche das Viperngift tödlich macht, so ist noch übrig zu untersuchen, was eigentlich bey dieser Entziehung der Reizbarkeit in den Muskeln vorgehe. Es ist eine bekante Wahrheit, daß die Muskeln ihre Beweglichkeit und Reizbarkeit in eben dem Verhältniß verlieren, in welchem die Fäulniß in ihnen überhand nimmt. Sehr viele Beispiele können es beweisen, daß Fäulniß und Verlust der Reizbarkeit gleichen Schritt halten. Die mephitischen Luftarten, welche die Reizbarkeit zerstören, beschleunigen auch die Fäulniß, und das Fleisch der in selbigen erstikten Thiere ist welk und schwarzblau gefärbt. Thiere, welche von Vipern gebissen worden, gehen schon 24 Stunden nach dem Tode in Fäulniß. In beiden Fällen geht eine Veränderung der Bestandtheile in den einfachen organischen Fasern vor, welche den Verlust ihrer wesentlichen Beschaffenheiten und Kräfte nach sich zieht, und durch diese mit Fäulniß begleitete Zersetzung der Muskeln muß nothwendig auch die Reiz-

barkeit und Bewegungsfähigkeit der Muskeln verloren gehen.

Wenn ich dem Viperngift eine solche Wirkung zuschreibe, so gründe ich mich hauptsächlich auf ähnliche Beschaffenheiten andrer Gifte. Wirklich findet man, daß das Fleisch solcher Thiere, welche mit einem in Eisenhütchensaft getauchten Messer geschlachtet worden, fast augenbliklich mürbe, und zum verspeisen brauchbar wird. Die Einwohner von Indien, Amerika und Afrika bedienen sich, wie uns die Reisebeschreiber erzählen, zur Jagd keiner andern, als vergifteter Pfeile, wovon die erlegten Thiere in sechs Minuten sterben, und ihr Fleisch sehr bald mürbe wird. Eben dieses habe ich bei Thieren, die vom Vipernbis gestorben waren, bemerkt. Ihr Fleisch wird so mürbe und weich, daß es schon bei einer gelinden Berührung zerreist, sich von selbst von den Knochen absondert und sehr bald in wirkliche Fäulniß übergeht.

Da es also fast keinen Zweifel mehr zuläst, daß das Viperngift durch Erregung einer fauligen Gährung die Reizbarkeit vernichte, so fallen auch alle jene Erklärungen weg, die man durch Voraussetzung äzender Salze in diesem Gifte zu geben versucht hat. Es ist bekannt, daß die Salze überhaupt die Fäulniß mehr verhüten und hemmen als befördern. — Ueberdies, kann man in den [illegible]ften, selbst der giftigsten Pflanzen, kaum eine

Spur von Salzen finden. Ich habe eine Menge derselben unterm Vergrößerungsglase untersucht, aber nirgends eine deutliche Spur von Salzen gefunden, als im Safte des Giftbaums (Rhus Toxicodendron L.) und auch in diesem weiter nichts, als kleine glänzende Kügelchen, welche kleiner als die Blutkügelchen sind, und in einer mehr oder weniger durchsichtigen Feuchtigkeit schwimmen. Im Vipergift aber, ist nicht das mindeste von jenen Salzen zu finden, denen man so fürchterliche Wirkungen zugeschrieben hat.

Ueberall wollten die mechanischen Aerzte, denen es um eine leichte sinnliche Erklärungsart zu thun war, in den Giften schneidende Spitzen sehen, welche die Muskelfasern trennten, und die Säfte zersezten. Was soll man aber nach dieser Voraussetzung vom Mohnsaft urtheilen? Dieser tödet durch Schwächung und Vernichtung der Reizbarkeit; da aber seine giftige Eigenschaft ihren Sitz in dem gummösen und harzigen Bestandtheile hat, kann man sie wohl, so wie bei jenen Giften, salzigen Theilen zuschreiben?

Man hat behauptet, kein Körper könne ohne Salztheile einen Geruch oder Geschmack haben, und das ist doch noch lange nicht erwiesen. Man hat nicht daran gedacht, daß Salze ihre Gestalt verändern, und doch ihren Geschmack beibehalten,

oder diesen verändern, und dabei ihre vorige Gestalt beibehalten können; daß also ihre Wirkungen unmöglich von einer bestimmten Gestalt herrühren können. — Wenn überdies in einigen unsrer Sinnwerkzeuge durch blose Eindrücke Empfindungen erregt werden können, was bedarf man der Salze, um jene Wirkungen zu erklären? Wirken nicht andre Bestandtheile der Körper ebenfalls durch Stos und Berührung, oder ist das Licht und die Luft etwa auch ein Salz, weil das eine in unsern Lungen und die andre im Ohre gewisse Wirkungen hervorbringt? — Jeder Körper, der auf einen Nerven trift, kann die Marksubstanz desselben ausdehnen, oder schlaf machen, zusammendrücken oder reizen, und das alles unabhängig von der Ursache, welche alsdann den äußern Eindruck dem Gehirn mittheilt. Und wenn alle äußerliche Empfindungen in einer Veränderung des Sinnwerkzeugs bestehen, so kann ja diese durch andre materielle Theile eben so gut als durch Salze hervorgebracht werden. Eine Flüßigkeit kann die zarten Theile eines entblösten Nerven erschlaffen, kann sie aber auch zusammenziehen und austroknen. Es giebt ölige und geistige Feuchtigkeiten, welche das Fleisch der Thiere austroknen und hart machen, ohne diese Eigenschaft blos salziger Theile wegen zu besitzen.

Und kann nicht ein Körper, auch ohne scharfe Ecken und Spitzen, auf einen andern wirken, oder wird man behaupten können, daß bestimmte Gestalten allezeit Salztheile voraussetzen, und diese in jedem Körper, aus welchem der Scheidekünstler sie abscheidet, schon zuvor gebildet liegen? Nichts von alle dem ist erweislich; eben so wenig als man bei Soldaten und Kerkerfiebern, beim Skorbut, mit einem Worte, bei allen fauligen Krankheiten, wo feste und flüßige Theile durchaus verdorben sind, Salztheile und scharfe Spitzen annehmen kann. Die Wirkungen dieser und andrer Krankheiten, nebst denen sie begleitenden Zufällen, lassen vielmehr vermuthen, daß durch sie ein verborgnes Gift in den Körper gebracht werde, welches nach Art des Vipergiftes die allgemeine Zerstörung und Zersetzung der flüßigen und festen Theile befördert. Man bemerkt wirklich in allen diesen Krankheiten Zuckungen, Ermattung, Kraftlosigkeit, Betäubung, unleidlichen Gestank noch beim Leben des Kranken, und eine fast unmittelbar auf den Tod folgende Fäulniß. Der Mangel der Lebenskraft, welcher hier auf einmal in dem ganzen Muskelsystem erscheint, ist ein gewisses Zeichen, daß das Uebel die thierische Reizbarkeit und das Prinzipium der Bewegung selbst in der Muskelfaser angreife. Blos auf diese Art kann man, ohne Beihülfe gewisser Systeme, und willkührlicher unerwiesener Vor-

aussetzungen, begreifen, wie sich der Keim des Todes auf einmal in der ganzen thierischen Maschine verbreiten kann; und diese Grundsätze scheinen sich so, wie auf die Wirkung des Vipergifts, auch auf das Gift der Otter (Aspic) und der Nintopolenga Zeylanica, welche durch allgemeine Betäubung und Schwächung tödet, kurz auf alle thierische Gifte und auf einige schnellwirkende Pflanzengifte anwenden zu lassen.

Unter allen bis jezt bekannten giftigen Thieren scheint indessen keins ein so schnell wirksames und tödliches Gift zu besitzen, als der Armpolyp. Er beraubt die Würmer, die ihm zur Beute dienen, in einem Augenblicke des Lebens und der Bewegung, wenn er sie kaum mit dem Munde berührt hat. Man sieht an den so getödeten Würmern keine Spur einer Verletzung; auch habe ich mich durch mikroskopische Beobachtungen überzeugt, daß der Polyp weder Zähne noch andre verwundende Werkzeuge besizt.

Man glaube nicht, wie viele Physiologen gethan haben, daß das Leben blos im Kreislauf des Blutes und der Bewegung des Herzens bestehe. Der Kreislauf des Blutes findet nicht bei allen Thieren statt, und die Polypen z. B. haben weder ein Herz noch ein die Stelle desselben vertretendes Werkzeug, das den Kreislauf unterhalten könnte. Auch ist es bekannt, daß viele kaltblütige Thiere

lange Zeit ohne Herz und Eingeweide leben können. Dieses sieht man bei Fröschen, Schildkröten, Fischen und Insekten, welche nach der gänzlichen Unterbrechung des Kreislaufs noch leben, sich bewegen, und ihre Triebe zu befriedigen suchen. Mehrere Beobachtungen über Thiere, welche ohne einigen Kreislauf, oder mit einem unvollkommnen, und nur auf einige Theile eingeschränkten Kreislauf leben, werde ich künftig in einem Werke über die mikroskopischen Thierchen bekannt machen.

Jene Meinung, daß das Leben im Kreislauf und in der Bewegung des Herzens bestehe, ist blos auf die vorgebliche Analogie gegründete, die man zwischen warmblütigen und kaltblütigen Thieren zu finden glaubte. Weil man sahe, daß in warmblütigen Thieren irgend ein thierisches Geschäft, auf diese oder jene Art vollbracht wurde, so schloß man gleich, es müste sich eben so in allen andern Thieren verhalten. — Wir bedurften eines Trembley und Bonnet um die Unzuverläßigkeit solcher übereilten Schlüße einsehen zu lernen.

Ich kann nicht umhin bei dieser Gelegenheit einige Beobachtungen über die Bewegung des Herzens im Räderthierchen mitzutheilen. Man findet diesen kleinen gallertartigen Wurm in der Erde, oder Sande, den das Regenwasser in den Dachrinnen absezt. Ich habe ihn auch in andern Erden, ingleichen in stillstehenden und mit Konferva

und andern Wasserpflanzen angefüllten Wassern gefunden. Dieses Thierchen theilt sich in der Gegend des Kopfs in zween ziemlich starke Aerme, welchen eine Menge herumstehender kleiner kurzer und sehr spitziger Fäden eine sternförmige Gestalt giebt. Leuwenhoek hielt diese Aerme für künstlich gebaute Räder, und man wird sie immer dafür ansehen müssen, wenn man blos ihre Bewegung beobachtet. Allein eine genauere Untersuchung hat mich belehrt, daß es lauter einzelne und von einander abgesonderte Aerme sind, welche die Gestalt kleiner spitziger Kegel haben, und rings um die beiden großen Aerme stehen. Das Thierchen beugt und erhebt wechselsweise diese kleinen Aerme oder Stralen mit solcher Geschwindigkeit, daß sie dem Auge wie ein Feuerrad umzugehen scheinen. Es bewegt sie aber nur im Schwimmen, und wenn es fressen will, also nach Verhältniß nur die kürzeste Zeit seines Lebens hindurch. Um zu schwimmen schlägt es das Wasser sehr geschwind mit seinen Armen, wobei es zugleich verschiedne Ruhepunkte wählt, und sich so von einem Orte zum andern bewegt. Will es fressen, so stüzt es sich mit dem Hintertheil auf einen festen Körper, und bewegt alsdann durch Umdrehung seiner Aerme das Wasser mit solcher Geschwindigkeit, daß selbiges gegen den Mund des Thierchens fließen, und ihm so die dahin enthaltenen kleinen Körperchen, wo-

von es sich nährt, zuführen muß. Ich erinnere mich nie einen auffallenderen und angenehmeren Anblick gehabt zu haben. Die Bewegung der Aerme dieses Thierchens ist unglaublich schnell; aber noch sonderbarer ist die Bewegung seines Herzens. Dieses läßt sich unterm Vergrößerungsglase leicht finden, und ist von allen andern Theilen des Thierchens sehr deutlich unterschieden. So lange selbiges seine Räder nicht bewegt, so lange bleibt auch das Herz unbeweglich, fängt aber sogleich wieder an sich zu bewegen, wenn jene sich umdrehen; und die Geschwindigkeit beider Bewegungen ist allezeit in gleichem Verhältnisse. Ich will nicht leugnen, daß sich das Herz zuweilen, obwohl sehr selten, zu einer Zeit bewegt, wenn die Räder still stehen. Da aber diese willkührlich von dem Thierchen bewegt werden, so muß auch die Bewegung seines Herzens willkührlich seyn; eine Erscheinung, die in ihrer Art einzig und noch bei keinem andern Thiere beobachtet worden ist. Das Räderthierchen lebt also die meiste Zeit ohne Bewegung des Herzens, und folglich ohne Kreislauf, und gleichwohl bewegt es sich beständig, indem es zwischen den in der Nähe befindlichen Körpern so wie andre Würmer herumkriecht.

Man könnte hier einwenden, dieser Theil des Räderthierchens sei nicht das Herz, sondern der

Magen *), weil die Bewegung desselben allezeit mit dem Fressen des Thierchens verknüpft ist, und überdies in allen andern Thieren ohne Ausnahme das Herz kein willkührlicher Muskel ist. Man muß gestehen, daß dieses nicht unmöglich ist, allein es ist dennoch nicht sehr wahrscheinlich, und verhielte sichs auch so, so würden wir doch hier ein Beispiel eines willkührlich bewegten Magens haben, dergleichen wir eben so wenig bei irgend einem andern Thiers finden. — Der Einwurf, den ich bestreite, ist also von geringer Bedeutung; denn es bleibt doch allemal gewiß, daß das Räderthierchen ein muskulöses Organ — man nenne es nun Herz oder Magen — hat, dessen Bewegung gegen das Beispiel aller andern Thiere willkührlich ist; und dieses wollte ich eigentlich beweisen. Noch ist zu bemerken, daß das Räderthierchen jenes Organ auch dann bewegt, wenn es nicht frißt, und also davon, wenn es der Magen ist, in demselbigen Zeitpunkte keinen Gebrauch machen kann. Dieses geschieht so oft, als es schnell von einer Stelle zu der andern schwimmt. Es muß sich dazu seiner beiden Räder bedienen, und mit diesen zugleich bewegt sich auch jenes Organ, das ich das Herz nenne.

*) Spallanzani hat dieses sehr wahrscheinlich gemacht. B.

Man sieht hieraus, daß das Thier dieses Werkzeug nicht deswegen bewegt um zu fressen, sondern, daß die Bewegung desselben allezeit mit jeder Bewegung der Räder verknüpft ist.

Da es nun aber gewiß ist, daß die willkührlichen Bewegungen kaltblütiger Thiere eben so wenig von dem Kreislauf abhängen als die Reizbarkeit, welche die Quelle, und das Prinzipium des Lebens und der thierischen Bewegung zu seyn scheint; so folgt daraus, daß das Leben der Thiere in der Wirkung ihrer Muskeln und Organen bestehe, denn mit der Bewegung derselben hört auch das Leben auf. Der thierische Körper ist alsdann um nichts weiter von mineralischen oder pflanzartigen Substanzen unterschieden, alle seine Gefäße, der ganze organische Bau seiner Theile ist weiter von keinem Nutzen, und mit der Bewegung geht zugleich alle Empfindung verloren. Das Thier wird wieder lebendig, wenn seine Theile ihre Bewegungen erneuern, ist hingegen auf immer tod, wenn so, wie bei Menschen geschieht, mit der Bewegung zugleich auch die Fähigkeit sie wieder zu erneuern verloren geht. Die kleinen mikroskopischen Aelchen, die man im Brandkorne ganz eingetroknet findet, erhalten Leben und Bewegung wieder, wenn man sie mit etwas Wasser nezt, und vertrocknen von neuen, so bald es ihnen an Feuchtigkeit gebricht.

Bouguer versichert in seiner Schrift über die Gestalt der Erde, nach dem Zeugniß eines Missionärs, und der Einwohner von Peru, daß es in diesem Lande eine große giftige Schlange gebe, die, wenn sie tod, und im Rauchfang gedörrt worden ist, wieder lebendig wird, sobald man sie einige Tage lang an der Sonne in stehendem Wasser liegen läßt. Es wäre zu wünschen, daß Bouguer die Wahrheit dieser in Rücksicht auf die Größe des Thiers so sonderbaren Erzählung durch eigne Untersuchung bestätigt haben möchte.

Ich habe oft Haarwürmer (Gordius) in freier Luft — doch ohne sie derselben allzulange auszusetzen, — troknen lassen, wodurch sie alles Leben und Bewegung verloren, an Gewicht und Dicke sehr merklich abnahmen, zusammenschrumpften und ganz dürr wurden. Sobald ich sie aber wieder ins Wasser brachte, so bekamen sie in weniger als einer halben Stunde ihre vorige Dicke und Gewicht, und bald darauf auch Leben und Bewegung wieder.

Das Räderthierchen verliert ebenfalls Leben und Bewegung, wenn man es trocknen läßt, und erhält selbige wieder, wenn man sie ins Wasser bringt. Ich habe solche Thierchen dritthalb Jahr lang in einer ganz troknen Erde gelassen, und den Sommer hindurch der stärksten Sommerhitze ausgesezt; sobald ich sie aber mit Wasser anfeuch-

tete, so wurden sie wieder lebendig, und bewegten sich wie zuvor. Ich habe ferner ein solches Thierchen auf einer Glastafel getroknet, einen ganzen Sommer hindurch an der Sonne liegen laßen; es war dadurch ganz trocken geworden, und sahe aus wie dürrer Leim; aber ich brauchte nur einige Tropfen Wasser darauf zu gießen, um ihm Leben und Bewegung wieder zu geben. Eben dieses habe ich bei vielen andern kleinen Thieren gefunden, und werde davon künftig in einer eignen Schrift über das Leben und den Scheintod der Thiere häufige Beispiele anführen.

Nicht so verhält es sich mit dem Verlust der Reizbarkeit, den der Vipernbiß nach sich zieht. Hier bleiben die Muskeln schlaf und ihrer Bewegung auf immer beraubt, und auch hierin zeigt sich viel Aehnlichkeit mit den Wirkungen des Mohnsafts. Das Viperngift sowohl als der Mohnsaft erregt heftige Zuckungen und Erbrechen. Beide verursachen eine allgemeine Schwäche der Organe, lähmen die Muskeln, betäuben das Thier, und töden sehr schnell durch Vernichtung der Reizbarkeit. Nur das Herz behält in beiden Fällen seine Reizbarkeit noch eine kurze Zeit nach dem Absterben der übrigen Theile. Selbst kaltblütige Thiere sind nicht vor diesen Wirkungen gesichert, ob sich gleich ihre Lebenskraft sonst selbst nach dem zerschneiden und zerstücken lange Zeit noch erhält.

Ich bestehe mit desto größerer Beharrlichkeit auf meiner Meinung, daß das Viperngift durch Vernichtung der Reizbarkeit töde, da ich bereits in einer Abhandlung, die sich in den Denkschriften der Akademie von Siena findet, gezeigt habe, daß der Nervensaft nicht die wahre wirkende Ursache der Reizbarkeit sei. Sähe ich ihn aber auch dafür an, so würde doch meine Entdeckung der wahren Ursache des durch das Viperngift bewirkten Todes nichts von ihrem Werthe verlieren, denn das Viperngift mag nun zunächst auf den Nervensaft oder auf die Muskelfasern wirken, so bleibt dieses doch Thatsache, daß es durch Beraubung der Bewegungskraft tödet. —

Ich nenne die Reizbarkeit den Grund und die Quelle aller thierischen Bewegung, — und ein Thier nenne ich tod, in welchem keine äußerlichen Kennzeichen des Lebens mehr vorhanden sind. Hier müßen wir uns lediglich auf die sinnliche Wahrnehmung verlassen, — und wie könnte man sich auch ein Thier, ohne den Begrif irgend einer Bewegung lebendig denken? Das Gegentheil annehmen, würde heißen, die Zweifelsucht zu weit treiben, und die deutlichsten und allgemein angenommenen Begriffe dunkel machen, und verwirren wollen. — Die Fäulniß durchdringt alle feste Muskelfasern, und raubt ihnen ihre Fähigkeit, sich zusammen zu ziehen. Auf dieses allgemeine Naturgesetz der

Fäulniß und Auflösung, beziehen sich also auch alle Wirkungen, welche das Viperngift in organischen Körpern hervorbringt. — Deutlichere Aufschlüsse hierüber, lassen sich bei den engen Gränzen unsrer Kenntniß von der Natur nicht erwarten. Wir sehen die Wirkungen der Fäulniß, aber ihr Mechanismus, die Kräfte, welche sie zunächst bewirken, die successiven Veränderungen der innern Bestandtheile, welche sie vorbereiten, sind uns unbekannt. Nach Kenntniß der Natur streben, ist für den Menschen nichts anders, als einzelne Erscheinungen und Wirkungen sammmlen, und sie andern allgemeinern Wirkungen, die wir Naturgesetze nennen, unterordnen. Nur so viel und nicht mehr hat Newton geleistet, da er die Bewegungen der himmlischen Körper dem Gesetze der Schwere unterordnete. Was würde es auch den Astronomen nützen, die Ursache der anziehenden Kraft der himmlischen Körper gegen einander zu wissen? Dieses würde mehr ein Gegenstand der Neugier als von praktischem Nutzen für die Sternkunde seyn.

---

## II. *).

Meine Versuche über die Wirkungen des Viperngifts auf die Nerven, beweisen, daß dieses

*) a. a. O. T. I. p. 318 - 328.

Gift denselben ganz unschädlich ist, und in ihnen keine merkliche Veränderung bewirkt, ja, daß sie sogar nicht einmal geschikt sind, das Gift in die innern Theile des thierischen Körpers zu führen. Kurz, die Nerven scheinen bei den durch das Vipergift verursachten Zufällen eben so wenig als die Flechsen oder andre unempfindliche Theile zu leiden. — Hingegen erhellet aus allen mit dem Blute angestellten Versuchen, und aus dem, was nach Einspritzung des Viperngifts in die Blutgefäße erfolgt, daß das Blut allein von dem Gift verändert werde, und es durch den ganzen Körper verbreite. Das rötheste Blut wird von beigemischtem Viperngifte in einem Augenblicke schwarz und gerinnt sehr bald in der Lunge, in allen Hölen des Herzens, in der Leber und in den großen Venenstämmen. Zuweilen sezt das Herz noch einige Zeit lang seine Bewegung fort, obgleich das Blut in selbigem zum Theil geronnen ist: in andern Fällen schlägt es sogar heftiger.

Das Gerinnen des Blutes ist unstreitig die merkwürdigste Wirkung des Viperngifts auf den thierischen Körper, und muß nothwendig die größesten Zerrüttungen in den Eingeweiden, und in den Verrichtungen derselben verursachen. Indeßen gerinnt nicht die ganze Blutmasse, vielmehr scheint ein Theil derselben aufgelöst zu werden. Blos der rothe Theil des Bluts, und die Lymphe gerinnt.

Das

Das Blutwasser hingegen ist aufgelöst und flüssiger als zuvor, so daß es sich auch mit der größesten Leichtigkeit, und in Menge, um die verlezten Theile herum, und im Zellgewebe ansammelt.

Läßt man den geronnenen Theil des Bluts einige Zeit lang im Wasser liegen, so verliert sich die schwarze Farbe, der rothe Theil sondert sich ab, und löst sich im Wasser auf, und es bleibt eine weiße, zähe und fasrige Mässe zurück.

Ein zum Theil geronnenes, zum Theil aufgelöstes Blut, muß die größesten Unordnungen in der thierischen Maschine anrichten. — Der von der Viper gebißne Theil schwillt sogleich auf, und nimmt nach und nach eine schwarzblaue Farbe an. Das Blut stokt, und gerinnt in den grossen Venen, der wässerige Theil desselben häuft sich im Zellgewebe an, der Kreislauf wird in allen Theilen des Körpers gestört, und hört endlich gar auf, besonders in den Lungen. Einen Augenblick, nachdem Vipergift in die Drosselader gesprizt worden, sind die Gefäße der Lungen schon mit schwarzen geronnenen Blute angefüllt. Kurz der ganze Kreislauf wird gehemmt, und das Thier stirbt. Es ist bekannt, daß in warmblütigen Thieren der Tod unmittelbar auf den Stillstand des Kreislaufs folgt; ob wir gleich die Kraft, welche den Kreislauf zu einer Bedingung des Lebens und der Empfindung macht, nicht kennen.

Ich habe in meiner Schrift über die Gesetze der thierischen Reizbarkeit erwiesen, daß der Nervensaft die wirkende Ursache der Muskelbewegung nicht seyn kann, und die Gründe, worauf ich mich dort berufen habe, beruhen hauptsächlich auf der Voraussetzung, daß der Nervensaft den allgemeinen Gesetzen flüssiger Körper unterworfen sei. Wäre er es nicht, und gliche er etwa der elektrischen Materie, so würden meine Gründe nicht mehr anwendbar seyn.

So viel ist gewiß, daß die Bewegung eines abgeschnittnen Muskels, nicht von dem Thiere, dem er zugehörte, oder von dessen Empfindungskraft abhängig seyn kann, daß mithin auch die Reizbarkeit der Muskelfaser für sich allein eigen ist, Sie unterscheidet sich also deutlich von der Empfindungskraft, und man darf also, für jezt wenigstens, zwo dem Ansehn nach so ganz verschiedne und von der Natur getrennte Eigenschaften nicht für eine einzige halten.

Ist aber die Empfindungskraft, (principe sentant) auf welcher das thierische Leben beruht, von der Reizbarkeit unterschieden, warum könnte nicht in einem von dem Thiere abgesonderten Theile eine dunkle Empfindung übrig bleiben — ein unvollkommnes Leben, das mit der Größe, Beschaffenheit und den Nerven des abgesonderten Theiles in Verhältniß stünde?

Nimmt man dieses an, so giebt es keine wesentliche Verbindung zwischen dem Leben des ganzen Thiers und der dunkeln Empfindung einzelner Theile; es läßt sich aber auch alsdann kein Grund absehen, warum die Reizbarkeit alsdann nicht von dem Empfindungsvermögen einzelner Theile abhängen könnte.

Der Satz, daß in abgeschnittnen Theilen der Thiere noch eine dunkle Empfindung und Lebenskraft übrig bleibe, gründet sich auf eine Menge von Erfahrungen, die ich im dritten Theile meiner philosophischen Untersuchungen über die thierische Natur bekannt zu machen versprochen habe. Ich will hier nur im voraus versichern, daß ich selbst bei vollkommnen Thieren, d. i. bei solchen, die ein Herz, Eingeweide und Kreislauf haben, mannichfaltige Beweise für die Fortdauer der thierischen Empfindung in abgeschnittenen Theilen gefunden habe. Man mag übrigens die Ursachen der Reizbarkeit so oder anders erklären, so ist doch allezeit gewiß, daß diese Eigenschaft in der Muskelfaser vorhanden, daß sie der Grund aller thierischen Bewegung ist, und das ohne sie alles unthätig, alle Organen unbrauchbar, und die thierischen Geschäfte außer Uebung seyn würden.

Meine neuern Erfahrungen über die Unwirksamkeit des Vipergifts in Ansehung der Nerven allein, und über dessen tödliche Wirkungen, wenn

es mit dem Blute vermischt wird, nöthigen mich, meine Behauptung, daß das Viperngift blos durch unmittelbare Vernichtung der Reizbarkeit töde, gewissermasen einzuschränken. Es bleibt immer gewiß, daß die Reizbarkeit durch den Viperbiß vermindert und in kurzer Zeit gar aufgehoben wird. allein dieses ist eher eine Wirkung als eine Ursache: es ist blos die Folge der durch das Gift in dem Blute bewirkten Veränderung, nicht eine unmittelbare Wirkung des Giftes auf die Muskelfaser. Zuweilen verliert ein Thier in dem Augenblicke des Bisses alle willkührliche Bewegung, und giebt kaum noch das geringste Lebenszeichen von sich.

Ueberhaupt folgt eine sehr große Schwäche unmittelbar auf den Viperbiß; dieses beweißt aber zugleich, daß das Empfindungsvermögen leidet: und da das Gift nicht auf die Nerven, wohl aber auf das Blut wirkt, so kann auch von dem Blute selbst die Verminderung der Kräfte und der Empfindung, mithin auch die Verminderung der Reizbarkeit selbst abhängen.

Ich habe einige Frösche von Vipern am Schenkel beißen lassen, und gefunden, daß sie wenig oder nichts von ihrer Reizbarkeit verloren hatten, wenn ich die Schenkelnerven kurz nach dem Bisse stach, oder elektrische Funken herauszog. Es ist wahr, daß die Reizbarkeit mit der Zeit abnimmt

und mit dem Tode des Thiers ganz aufhört, allein in dem nämlichen Verhältniß geht auch die Empfindung verloren. Uebrigens ist auch noch zu bemerken, daß sich die Muskeln des unverlezten Schenkels, wenn man sie reizt, mit mehrerer Lebhaftigkeit als die des gebissenen Schenkels zusammenziehen, und daß sie sich sogar dann noch zusammenziehen, wenn die Muskeln des gebißnen Schenkels schon alle Reizbarkeit verloren haben.

Bei Thieren, welche von Vipern gebissen werden, nimmt die Reizbarkeit um desto mehr ab, je beträchtlicher und langwieriger die darauf folgende Krankheit ist. Ein Thier, welches wenig Minuten nach dem Bisse stirbt, behält mehr Reizbarkeit, als wenn es erst nach einigen Stunden oder Tagen stirbt. Die Reizbarkeit erstirbt auch viel später im Herzen, im Magen und in den Därmen, als in den übrigen Theilen. Vornehmlich verschwindet sie sehr spät in den Därmen, welche ihre Bewegungen noch fortsetzen, wenn das Thier gleich schon einige Zeit tod ist. Die Reizbarkeit des Zwerchfells, und die Bewegung der Brust hört ebenfalls später auf, als bei andern willkührlichen Muskeln.

Alle diese Beobachtungen sind von warmblütigen Thieren hergenommen, bei welchen ich bemerkt zu haben glaube, daß sich aus den gebißnen Theilen schwerer als aus den übrigen elektrischen Fun-

ken ziehen lassen. Dieser Versuch gelingt am besten bei Hünern, weil es bei diesen leicht ist, die Schenkelmuskeln zu entblößen, und dann beißen zu lassen.

Die Ursache, welche die Reizbarkeit vermindert, ist das von dem Gifte veränderte Blut. Dieses ist halb aufgelößt, halb geronnen, erhält dadurch einen Hang zur Fäulniß, und wenn es in diesem Zustand in den Gefäßen stockt, so trennt es das Gewebe derselben, schwizt durch ihre Häute durch, ergießt sich ins Zellgewebe, und verbreitet so die Fäulniß auf allen Seiten. Man sieht die gebißnen Theile sehr schnell in heißen und kalten Brand, und in gänzliche Fäulniß übergehen; die Haut wird zerfressen und zerstört, das Fleisch schwarz und stinkend, und das Zellgewebe gänzlich aufgelößt.

Ich habe Kaninchen in weniger als drei Stunden sterben sehen, bei denen die Schenkelmuskeln schon durchaus brandig, schwarz und stinkend waren. Alle diese Umstände beweisen, daß die Muskeln solcher Thiere, die von Vipern gebissen werden, einen starken Hang zur Fäulniß haben, und die Ursache hievon ist die Veränderung des Blutes, welche das Vipergift bewirkt hat.

Wenn das Thier in wenig Minuten stirbt, so ist freilich noch keine wahre Fäulniß in den festen Theilen vorhanden, obgleich die flüßigen Theil einen Hang zu selbiger haben. Der Sitz oer Krank=

heit ist blos in den Säften, und die Stockung derselben die Ursache des Todes. Alles was die thierische Bewegung hemmt, muß nothwendig auch das Prinzipium des Lebens und der Bewegung vertilgen, und es läßt sich da kein Leben mehr denken, wo alles in tiefer Ruhe und Unthätigkeit ist.

Das Empfindungsvermögen ist eine thätige Kraft, und enthält folglich den Begrif der Wirksamkeit, die man sich ohne Bewegung nicht denken kann. Wir sagen, ein Thier sei tod, wenn es nicht mehr empfindet, und es empfinde nicht mehr, wenn wir keine Bewegung, welche das äußerliche Zeichen der Empfindung ist, an ihm wahrnehmen. Dieses Urtheil gründet sich auf die Erfahrung, weil wir sehen, daß ein Thier, wenn es sich einmal in diesem Zustand der gänzlichen Ruhe befindet, nicht wieder auflebt; und darum sind wir auch geneigt zu glauben, daß ein Thier, wenn es einmal tod ist, nicht wieder lebendig werden könne. Indessen giebt es Erfahrungen, welche diesem leztern Grundsatze widersprechen, und selbst dem erstern, daß ein der Bewegung beraubtes Thier nicht wieder aufleben könne, gerade entgegengesezt sind. Man hat Beispiele von Ohnmachten, bei welchen nicht die mindeste Spur einer Bewegung übrig war, und von Ertrunknen, welche sich in dem nämlichen Zustande befanden, obgleich ihr Tod nur anscheinend war. Ich sehe aber

nicht ein, warum nicht in solchen Fällen noch eine dunkle Bewegung vorhanden seyn könnte, ob sie gleich unsern Sinnen entgeht. Eine Bewegung hört deswegen nicht auf wirklich zu existiren, weil sie unmerklich ist, und wenn noch eine Bewegung in dem thierischen Körper da ist, so kann auch noch Empfindungsvermögen in ihm vorhanden seyn.

Ich will nicht leugnen, daß ein Thier in der strengsten physischen Bedeutung tod sei, wenn kein Empfindungsvermögen mehr in ihm ist; denn thierisches Leben ohne Empfindung ist uns nicht gedenkbar. So scheint auch klar zu sein, daß die gänzliche Ruhe der thierischen Organe den Verlust des Empfindungsvermögens, und folglich den Tod des Thiers nach sich ziehen müsse. Ist es uns aber möglich, uns von der gänzlichen Unbeweglichkeit der Organe in einem Thiere zu überzeugen, dessen Säfte noch flüssig sind? Ich zweifle. Sehr kleine Bewegungen sind für uns ganz unmerklich — wir sehen nur die größern. In der ganzen Natur ist alles in Bewegung; und es ist unmöglich, daß sich ein Körper oder ein Theil desselben, auch nur einen Augenblick in gänzlicher Ruhe befinden könne. Ueberdies läßt sich der Begrif einer vollkommnen Ruhe mit den Gesetzen der allgemeinen Schwere, und mit der Natur flüssiger Körper, die beständig von Elementarfeuer mehr oder weniger durchdrungen sind, nicht zusammen räumen. — Man

sieht hieraus, wie schwer es sei zu entscheiden, ob ein Thier wirklich tod sei, — da allezeit in ihm noch irgend eine Bewegung vorhanden seyn kann, die uns zwar unmerklich, aber vielleicht hinreichend ist, eine dunkle Empfindung in dem Thiere zu erhalten, den gänzlichen Tod desselben zu hindern, und es zu Wiedererlangung des Lebens fähig zu machen.

Wenn die Bewegung des Herzens, der Kreislauf und das Athemholen gehemmt ist, so befindet sich das Thier in demjenigen Zustand, wo wir es für tod halten; ob es gleich vielleicht nicht allezeit wirklich tod ist. Ich kenne nur zwo Bedingungen, unter welchen wir uns von dem Tode eines Thiers mit völliger Gewisheit überzeugen können; einmal, wenn seine Organen gänzlich in Fäulniß übergegangen sind und dann, wenn alle seine Säfte vertroknet sind. Im ersten Falle wird die Möglichkeit aller thierischen Verrichtungen, und im andern alle Bewegungskraft aufgehoben.

Die gänzliche Vertroknung der festen und flüssigen Theile des Thiers, hindert nicht nur den Gebrauch der Organen, sondern macht sie auch wirklich ganz unbeweglich. In diesem Zustand der gänzlichen Vertroknung, der Unbeweglichkeit aller Theile, ist meiner Meinung nach, ein Thier gewiß tod, und muß es auch nach den gewöhnlichen Begriffen seyn. Leben ohne Thätigkeit,

Thätigkeit ohne Bewegung, organische Bewegung bei gänzlicher Vertroknung aller Organen, läßt sich, wie ich glaube, nicht gedenken. Indessen darf man die beiden Arten des gänzlichen Todes, der thierischen Fäulniß, und der Austroknung der Organen nicht mit einander verwechseln. In dem einen Falle ist das Thier auf immer tod, in dem andern kann es wieder zum Leben kommen. Wir kennen keine Kraft, selbst in der Natur scheint keine zu seyn, welche ein durch die Fäulniß und äußere Gewalt zerstörtes Organ wieder zusammen setzen könnte. Wir sind also auf alle Art berechtigt, ein Thier, das sich in diesem Zustande befindet, für tod, für unwiederbringlich tod zu halten. Ist aber das Thier blos ausgetroknet, sind seine Organen nicht physisch verändert, und behalten die Bestandtheile derselben ihre vorige Lage und Verbindung unter einander, so ist es möglich, daß es wieder auflebe. Es ist hiezu genug, daß seine Organen sich in dem nämlichen Zustande befinden, worin sie beim Leben des Thiers waren. Eine Wahrheit, deren Vertheidiger man im verwichnen Jahrhunderten freilich für Träumer angesehen haben würde, die aber in dem gegenwärtigen sich durch Thatsachen erweisen läßt. —

Ich komme wieder zur Betrachtung der Todesart solcher Thiere, die das Vipergift getödet hat. — Indem das Blut in den Adern des

gebißnen Thiers gerinnt, so nähert sich selbiges dem Tode, und wenn nunmehr die Organen durch das von dem Gifte durchdrungene Blut zerstört worden sind, so ist das Leben wirklich unwiederbringlich verloren.

In eben dem Verhältniß, als der Kreislauf des Blutes aufhört, und das Thier sich dem Tode nähert, sieht man auch das Empfindungsvermögen sich augenscheinlich vermindern: dieses beweißt aber noch keine Veränderung, oder Verletzung der Nerven. — Es kann zwischen dem Kreislauf, dem Athemholen, der Empfindungskraft, und den Nerven eine solche Verbindung statt finden, daß, wenn eins davon wegfällt, auch das andre außer Thätigkeit gesezt werden muß, obgleich der Zustand des einen nicht von dem andern abhängt.

Wir wissen aus der Erfahrung, daß ein Thier alle Empfindung verlieren kann, ohne, daß der Nerve leidet. Man würde also falsch schließen, wenn man behaupten wolte, daß der Tod eines Thiers blos von Zerstörung der Nervenkraft abhänge, weil die Empfindung sich in eben dem Verhältniße vermindert, als der Tod herannaht. Die Schwächung der Empfindungskraft eines Nerven, kann die zwote Wirkung (effet sécondaire) der Ursache seyn, welche das Thier tödet; und wenn al-

les, was die thierische Bewegung hemmt, den Tod befördert, so muß es freilich auch die Empfindung vernichten, welche ohne Bewegung nicht bestehen kann.

Dieses ist die Todesart, welcher warmblütige Thiere nach dem Vipernbiß unterworfen sind: bei kaltblütigen verhält es sich etwas anders. Diese können eine Zeitlang ohne Kreislauf, und ohne Athemholen leben, und eben deswegen wirkt das Vipergift auf sie schwächer, als auf warmblütige Thiere, so wie sie auch aus der nämlichen Ursache die Folgen des Vipernbißes, nach dem Verhältniß ihres kleinern Körpers, länger als jene aushalten. Die Thätigkeit des Giftes verbreitet sich hier langsamer und unmerklicher durch den ganzen Körper, die Muskeln neigen sich zur Fäulniß, und der gebißne Theil wird bald schwarz und brandig. Der Tod erfolgt hierauf, aber weit langsamer, weil die Lebenskraft bei kaltblütigen Thieren nicht so genau, als bei warmblütigen mit den Kreislauf verbunden ist. — Wie es komme, daß Kreislauf und Leben bei warmblütigen Thieren in so fester, und bei kaltblütigen in so schwacher Verbindung mit einander stehen, das ist eine schwere Frage, über die ich in einer Schrift über die künstlichen und natürlichen Luftarten, die ich bald herauszugeben gedenke, einige Erklärungen geben werde.

## III.

## Ueber die Wirkung der Gifte auf die Nerven uud über den Zustand der leztern in Krankheiten *).

Meine Versuche beweisen, daß das Vipern- und Ticunasgift auf irgend eine Art unmittelbar an die Nerven gebracht, ganz unschädlich, und hingegen, wenn sie ohne die verlezten festen Theile zu berühren, in die Blutmasse eingesprizt werden, fast in einem Augenblicke tödlich sind. Ueberdies habe ich angemerkt, daß diese beiden Gifte, so lange das Thier noch lebt, die heftigsten Zuckungen, und solche Zufälle, dergleichen man sonst nur bei den sogenannten Nervenkrankheiten wahrnimmt, erregen. Diese neuen Erfahrungen sind indessen noch nicht hinreichend, uns die Wirkungsart dieser Gifte ganz begreiflich zu machen. Zwar scheinen nach selbigen die Nerven bei den durch diese Gifte verursachten Krankheiten gar nicht zu leiden, und das Blut allein ihr Wirkungskreis zu seyn; allein, wie mancherlei

*) Aus dem zweiten Bande der oben angeführten Schrift S. 133-136. und S. 162-176.

verschiedne Säfte sind nicht mit dem Blute vermischt? Man hat sogar das Blut für belebt halten wollen, und auf alle Fälle ist es sehr wahrscheinlich, daß die Nerven immerfort eine Feuchtigkeit absondern, die sich mit dem Blute vermischt, und so mit selbigem in den Gefäßen des Thiers umläuft. Könte nicht diese Feuchtigkeit zum Leben wesentlich nothwendig, könte nicht sie es seyn, auf welche die in die Blutgefäße eingesprizten Gifte wirken? Der Bejahung dieser Frage steht Spallanzani's Beobachtung entgegen, daß die Frösche, wenn man gleich alles Blut aus ihren Gefäßen ausgeleeret hat, noch fort leben, und ich habe beobachtet, daß sie in diesem Zustande sehr leicht sterben, wenn man sie Kirschlorbeerwasser zu verschlingen nöthigt.

Die Wirkungen dieses leztgedachten Giftes müßen unsre Zweifel noch vermehren. Es ist minder wirksam, wenn es auf Wunden, unschädlich, wenn es unmittelbar auf die Nerven, und tödlich, wenn es in die innern Theile des Mundes oder an die Augen gebracht wird, — eine Erfahrung, die so sonderbar, und dem Anschein nach, so unbegreiflich ist, daß nur sehr viele und oft wiederholte Versuche sie zum Range der Gewisheit erheben können.

Die einzige zuverläßige Folgerung, welche man aus der ganzen Summe meiner Versuche her-

leiten kann, ist diese, daß in einem Thiere alle Kennzeichen einer Nervenkrankheit vorhanden seyn können, ohne daß man mit Gewisheit daraus schließen kan, daß der Sitz des Uebels wirklich in den Nerven sei. Die Zuckungen, welche oft die bloße Verminderung des Blutes, oder eine ungleiche Vertheilung desselben in den Gefäßen erregt, lassen keinen Zweifel an der Wahrheit jenes Satzes übrig. Ich wünsche jezt blos, daß ein Arzt, der mit Freiheit von Vorurtheilen das nöthige Maas von Scharfsinn und Beobachtungsgeist vereinigte, diese wichtige Frage, welche mit einem der grössesten und wichtigsten Theile unsrer neuern Heilkunde in genauer Verbindung steht, nach den Regeln der strengsten Kritik untersuchen möchte. Alsdann erst würde man mit Gewißheit entscheiden können, ob alle sogenannte Nervenkrankheiten, die man einer Unordnung und Zerrüttung des Nervensystems zuschreibt, wirklich aus dieser Quelle entspringen; ob es unveränderliche und bleibende Kennzeichen dieser Krankheiten gebe; ob man selbige mit Gewisheit unterscheiden könne; und ob nicht viele von diesen Krankheiten ihren Sitz vielmehr in einer Verderbniß des Blutes, und andrer Säfte als in den Nerven haben. — Ist es, um eine Krankheit Nervenkrankheit zu nennen, hinreichend, einzusehen, daß das Nervensystem auf irgend eine Art leide, oder viele mit ihr verknüpfte Zufälle sich

durch die Nerven oder in ihnen äußern? Die Nerven können freilich wohl zufälligerweise und symptomatisch leiden, ohne Ursache der Krankheit zu seyn, wird man aber deswegen diese eine Nervenkrankheit nennen können? — Diese Fragen zu entscheiden, bedürfen wir keiner gekünstelten und abstrakten Theorie, sondern neue, genaue, wohlausgedachte, und unter dem gehörigen Gesichtspunkte zusammengestellte und vereinigte Erfahrungen müssen uns zur Beantwortung derselben den Weg bahnen.

Hofmann, Musgrave und verschiedne andre neuere Aerzte haben behauptet, der Sitz aller Krankheiten sei in den Nerven zu suchen, und wenn gleich andre diesen Satz nur auf gewisse Klassen von Krankheiten eingeschränkt haben, so ist man doch über den eigentlichen Umfang dieser Klassen noch nie einig geworden, und es giebt einige Krankheiten, welche eine Parthei mit eben so viel Eifer als Nervenkrankheiten vertheidigt, als sie die andre von dieser Benennung auszuschließen bemüht ist.

Meine Absicht ist blos dem festen und beinahe blinden Glauben, den man in die Mitwirkung der Nerven bei den meisten Krankheiten sezt, einige Zweifel entgegen zu stellen, und zu beweisen, daß man die vorgefaßten Meinungen, auf welche sich dieser Glaube gründet, oft ohne gehörige Prüfung angenommen hat.

Ich

Ich muß hier zuerst einige allgemeine Wahrheiten voraussetzen, um meine Betrachtungen über diesen schweren Gegenstand deutlicher zu machen. Es ist kein Theil des thierischen Körpers, der nicht durch innerliche oder äußerliche Ursachen verändert, und der Sitz einer Krankheit werden könnte. Hippokrates und andre Aerzte des Alterthums wußten sehr wohl, daß die fehlerhafte Veränderung eines Theils im menschlichen Körper, Krankheiten eines andern Theils nach sich ziehen könnte, ob sie gleich nichts von Mitleidenschaft der Nerven (Consensus neruorum) und Nervenkrankheiten wusten. Hippokrates kannte den Einfluß der Leidenschaften auf den Körper, und die nachtheiligen Folgen, welche sie für die Gesundheit haben können — dieses sind aber nicht die Nervenkrankheiten, von welchen ich hier rede. Es ist ferner eine allgemein bekannte Wahrheit, daß die Nerven Werkzeuge der thierischen Bewegung und Empfindung sind, und daß von ihnen die wichtigsten und nothwendigsten Geschäfte des Lebens abhängen: und es ist also wohl freilich gewiß, daß viele Krankheiten ihren Sitz in den Nerven haben, und selbige mancherlei sehr beträchtliche Unordnungen in dem Körper veranlassen können. Allein bei alle dem bleibt noch die wichtige Frage zu beantworten übrig, durch welche Kennzeichen man mit Gewisheit entdecken könne, daß eine Krankheit blos die Nerven betreffe, nicht

die Säfte, und daß die Nerven wirklich bei selbiger unmittelbar angegriffen werden? Ohne selbst Arzt zu seyn, glaube ich doch nach dem Ausspruch der berühmtesten Aerzte behaupten zu können, daß die Kennzeichen der Nervenkrankheiten größtentheils zweifelhaft und betrüglich sind.

Die neuen Aerzte haben eine eigne Klasse von Krankheiten und Bewegungen gemacht, welche sie mitleidenschaftliche (sympathicos) nennen, und besonders durch das, was bei dem Niesen und den Bewegungen des Augensterns vorgeht, zu beweisen glauben. Meckel erklärte das Nießen, welches von einem Reize riechender Körper in den innern Theilen der Nase entsteht, aus dem Zusammenhange, in welchem die Nasennerven als Aeste des fünften Paares mit dem großen sympathischen Nerven stehen, und folgert daraus, daß sich der Reiz der Nasennerven nothwendig auch dem ganzen sympathischen Nerven, und durch diesen folglich den Nerven des Zwerchfells, der Hals- Rücken- und Lendenmuskeln mittheilen müsse. Allein ich glaube in meiner Schrift über die Bewegung des Augensterns *) erwiesen zu haben, daß diese sowohl als das Niesen willkührliche Bewegungen sind, und nicht, wie die meisten Zergliederer glauben, von

*) de' moti dell' iride. Lucca 1765.

äußerlichen Reizen hervorgebracht werden. Ueberdies gründet sich jene vorgebliche Mitleidenschaft der Nerven auf eine Voraussetzung, deren Unzuverläßigkeit die Erfahrung beweißt, daß nämlich durch Reizung eines Nerven die Bewegung den oberhalb der gereizten Stelle entspringenden Nerven mitgetheilt werde. Deswegen hat auch Haller, da ihn eine reifere Beobachtung eines bessern belehrt hatte, die mitleidenden Bewegungen der Nerven, die er vorher angenommen hatte, in spätern Jahren theils bezweifelt, theils ganz geläugnet. — Man kann diese Bewegungen nicht sympathisch nennen, weil die Seele sie vermittelst der Nerven als der Organe ihrer Wirkung hervorbringt. Dieses hat aber Meckel und andre Vertheidiger dieser Art von Bewegungen nicht angenommen.

Die Vertheidiger der Nervenkrankheiten berufen sich auf das Vermögen der Nerven, die Bewegung des Blutes zu beschleunigen, welches man in tausenderlei Fällen, bei der Furcht, bei der Freude, und bei verschiednen andern Zuständen des Thieres wahrnimmt. Es ist nicht zu leugnen, daß auf gewisse Veränderungen der Empfindungskraft Bewegungen und Veränderungen im thierischen Körper folgen, die man zuvor nicht wahrnahm, allein dieses kann uns noch nicht überzeugen, daß diese Veränderungen wirklich durch Einwirkung der Nerven auf die Blutgefäße hervorgebracht werden.

Haller glaubte anfangs, die Gefäße würden in solchen Fällen durch gewisse Nervenschlingen, die er hier und da an den Schlagadern wahrzunehmen glaubte, zusammengeschnürt; allein er verlies diese Meinung sehr bald, da er fand, daß sich selbst unterm Vergrößerungsglase nicht die mindeste Zusammenziehung bei einem gereizten Nerven wahrnehmen läßt, und daß die kleinsten Blutgefäße, bei Anwendung eines mechanischen Reizes weder sich zurükziehen, noch eine zitternde Bewegung machen. Auch kann man in den kleinsten Blutgefäßen weder Nerven noch Muskelfasern mit Gewisheit entdecken, und sie scheinen daher von aller thierischen Bewegung ganz ausgeschlossen zu seyn.

Man sieht überdies nicht selten Zuckungen und epileptische Zufälle ohne Fieber und merkliche Veränderungen des Pulses entstehen; zuweilen erfolgt zwar das Gegentheil, allein, wir wissen auch, daß bei Zuckungen die Bewegung des Bluts durch die Zusammenziehung der Muskeln beschleunigt werden kann, welche selbiges aus den zurükführenden Adern nach dem Herzen treiben. Spallanzani hat beobachtet, daß man das Rükmark bei Fröschen reizen kann, ohne daß dadurch der Kreislauf des Blutes in den Gefäßen des Gekröses beschleunigt wird. Ich habe diesen Versuch mit ähnlichem Erfolg bei vielen andern, sowohl kalt- als warmblüti-

gen Thieren angestellt; und es scheinen daher die Nerven keinen unmittelbaren Einfluß auf die Venen und Schlagadern zu haben, ob es gleich gewiß ist, daß die Leidenschaften der Seele große Unordnungen im thierischen Körper anrichten können.

Die Veränderungen, von welchen ich hier rede, folgen zwar allerdings auf gewisse Empfindungen des Thiers; allein dieses beweißt noch nicht, daß sie von den Nerven herrühren, und diese einen unmittelbaren Einfluß auf die in jenen Fällen leidenden Theile haben. Die Stahlianer sehen die Seele als die erste bewegende Kraft der ganzen thierischen Natur an, und schreiben ihr daher auch alle Bewegungen, sie mögen im gesunden oder kranken Zustande des Körpers geschehen, zu; allein es ist nicht mein Vorsatz, die Wirklichkeit der Nervenkrankheiten nach diesen Grundsätzen zu bestreiten. Nervenkrankheiten sind entweder unmittelbare Folgen eines Reizes, den die Nerven erlitten haben, oder außerordentliche Veränderungen, welche sich in der Empfindungskraft ereignen. Meine Betrachtungen schränken sich hauptsächlich blos auf die erstere Klasse dieser Zufälle ein. Boerhaave nimmt Nervenkrankheiten an, ob er gleich nachher das Stahlische System tadelt, und Haller ist derselbigen Meinung. Tissot und de la Roche verwerfen selbst Whytts gemäßigtere Grundsätze,

und dennoch nehmen beide mehrere oder wenigere Nervenkrankheiten an. —

Ich glaube nicht, daß man behaupten wird, jede zufällige Bewegung und Veränderung im Körper sei eine Nervenkrankheit, weil sie auf eine in der Seele erregte Empfindung folgt: man müßte sonst auch annehmen, daß die Bewegungen, welche Furcht, Freude und Betrübniß verursachen, zur Klasse der Nervenkrankheiten gehören, und daß z. B. ein beklemmtes und beschwerliches Athemholen eine Nervenkrankheit sei, da doch in diesen Fällen die Nerven gar nicht leiden, und der Arzt auf selbige bei Behandlung solcher Zufälle gar nicht Rüksicht nimmt.

Es giebt, wie ich bewiesen habe, Gifte, welche, unmittelbar auf die Nerven gebracht, gar keine Krankheit erregen, und hingegen, wenn sie, ohne die festen Theile zu berühren, in die Blutmasse übergehen, plözlich die heftigsten Zuckungen, und alle Zufälle, die man sonst den Nervenkrankheiten zuschreibt, verursachen. So habe ich auch dargethan, daß in dem lebendigen Thiere ohne die geringste Unordnung oder Verletzung des Nervensystems, Zuckungen entstehen können, und daß es, um diese zu erregen, hinreichend ist, wenn das Gleichgewicht der Muskelkräfte und der flüßigen Theile aufgehoben wird.

Es können also alle Kennzeichen einer Nervenkrankheit vorhanden seyn, ohne daß die Nerven einigen Antheil daran haben: es können Zuckungen selbst dann entstehen, wenn die Ursachen der Krankheit blos auf die Säfte zu wirken scheinen, und den Nerven selbst auf keine Art schädlich sind: und folglich werden auch jene Zufälle insgesamt nicht hinreichend seyn, die Gegenwart einer wirklichen Nervenkrankheit zu bestimmen.

Alle von den Nerven abhängige willkührliche und unwillkührliche Bewegungen werden verstärkt, oder von neuem erregt, wenn man die zu den Werkzeugen derselben gehenden Nerven reizt. Dies ist ein Naturgesetz, welches keine Ausnahme leidet, und ein untrügliches Kennzeichen aller Nervenbewegungen. Das Herz leidet ganz vorzüglich bei Leidenschaften und Nervenzufällen, und von der Veränderung seiner Bewegung hängen eine Menge andrer Zufälle ab. Man reize aber in einem lebendigen Thiere, — besonders bei kaltblütigen — die Nerven des Herzens noch so sehr: nie wird es deswegen seine Bewegung beschleunigen, oder, wenn es still steht, von neuem anfangen, ob dieses gleich bei jeder Reizung seiner Muskelfasern geschieht. Man kann mit Nadeln in die Höle des Rükgrads stechen, und das Rükmark und das Gehirn selbst zerstören, ohne daß das Herz davon zu neuer oder verstärkter Bewegung gereizt wird. Die Nerven

des Herzens können also durchaus nicht, wie bei allen andern Muskeln, Werkzeuge der Bewegung seyn, können in keinem Zustand des Thiers eine Veränderung in dem Herzen verursachen.

Es läßt sich also nicht mit Gewisheit behaupten, daß die Veränderungen der Bewegung des Herzens, welche die Leidenschaften der Seele begleiten, mit Ausschließung andrer Ursachen unmittelbar durch die Nerven geschehen, und die einzige Folgerung, welche man mit Grund daraus ziehen kann, ist diese, daß uns die Art und Weise, wie die Leidenschaften aufs Herz wirken, ganz unbekannt ist.

Man wird vielleicht sagen, daß das empfindende Wesen des Thiers Eindrücke auf die Nerven machen könne, welche mechanische Reize nicht nachzuahmen vermögen: allein dieses Vorgeben wird durch die tägliche Erfahrung wiederlegt, da der gelindeste Reiz, der auf den Nerven irgend eines Muskels wirkt, leztern zur Bewegung veranlaßt.

Ferner wird man noch einwenden, daß die Unbeweglichkeit des Herzens bei Reizung seiner Nerven von verschiednen Beobachtern geläugnet werde. Man darf aber nur den Versuch mit gehöriger Genauigkeit wiederholen, um sich eines andern zu überzeugen. Man muß in dieser Absicht einem Frosche den Kopf abschneiden, die Brust öfnen, und dann, um mit größerer Zuverläßigkeit

zu verfahren, erst wenn das Herz in Ruhe ist, oder sich nur langsamer bewegt, eine Nadel ins Rükmark stechen. Läßt man den Frosch ganz frei, ohne ihm die Füße fest zu halten, so kann es geschehen, daß durch die heftigen Zuckungen, welche in allen Muskeln entstehen, das Herz getroffen, und so, obgleich unabhängig von den Nerven zur Bewegung genöthigt wird, und dieser Umstand hat vermuthlich viele sonst genaue Beobachter verleitet, die auf solche Art entstandne Bewegung des Herzens den Nerven zuzuschreiben.

Es ist demnach, wie ich glaube, vollkommen erwiesen, daß keine Bewegung des Herzens durch die Nerven hervorgebracht werde, obgleich das Herz mehr als alle andre muskulöse Theile von den Leidenschaften der Seele leidet. Genug die Erfahrung lehrt dieses leztere; allein man übereilt sich, wenn man daraus folgern will, daß die Leidenschaften vermittelst der Nerven die Bewegung des Herzens abändern.

Man redet viel von so genannten Nervenmitteln, und schreibt ihnen besondre Kräfte zu, welche sie auf die Nerven äußern sollen. Ich meines Orts glaube, daß nichts schwerer ist, als einen deutlichen und zuverläßigen Beweis zu führen, daß ein Arzneimittel zunächst auf die Nerven und außer diesen auf keinen andern Theil des thierischen Körpers wirke. Nicht von solchen Dingen rede ich,

welche die Nerven zerfressen und zerstören können, denn bei diesen ist es wohl unstreitig, daß sie unmittelbar auf die Nerven wirken. Auch ist es gewiß, daß geistige Substanzen, wenn sie in die Nase gebracht werden, augenblicklich, und zwar auf sehr verschiedne Art, auf die Nerven zu wirken scheinen; allein man muß bedenken, daß sie hier nur die dem Organ eigenthümliche sinnliche Empfindung, nicht blos eine mechanische Erschütterung der innern Nervenhaut der Nase erregen. Das Sonnenlicht äußert gewöhnlicher weise gar keine merkliche Wirkung auf alle übrige Theile des Körpers; nur im Auge verursacht es lebhafte Schmerzen und Ergiesung der Thränen. Aus dem allen läßt sich nur so viel schließen, daß eine in Ansehung eines gewissen Sinnwerkzeugs stärkere Erschütterung auch eine schnellere und lebhaftere Empfindung erregen müsse, als eine schwächere.

Man glaubt insgemein, der Mohnsaft wirke ganz anders, wenn er in den Magen, als wenn er an andre Theile des Körpers gebracht wird. Wer wird uns aber, vorausgesezt, daß es sich wirklich so verhalte, überzeugen können, daß zur Entwickelung der wirksamsten Theile dieser Substanz nicht gerade solche Säfte, die blos in dem Magen vorhanden sind, erfordert werden, und daß es in dem Magen keine sonst nirgends befindliche kleine

Gefäße und Poren gebe, die allein geschikt sind, jene wirksamen Theile aufzunehmen. Man hat, wie mir bekannt ist, behauptet, der Mohnsaft lähme die Muskeln, an deren Nerven er unmittelbar gebracht wird; allein ich habe schon seit vielen Jahren die Beobachtung gemacht, daß diese Lähmung mehr dem Weingeist, worin sich der Mohnsaft aufgelößt befindet, zuzuschreiben ist, denn sie erfolgt nicht, wenn man sich einer wässerigen Auflösung desselben bedient.

Es giebt in dem thierischen Körper gewiße Kräfte, Stoffe und Einrichtungen, die uns noch ganz unbekannt sind. Wir sind genöthigt, ihr Daseyn anzuerkennen, ob wir gleich von ihrer Natur nicht unterrichtet sind. Wenn es ein Uebel ist, eine Wahrhelt nicht zu wissen, so ist es noch ein größeres, einen Irrthum zu glauben; denn aus unbekannten Dingen zieht man wenigstens keine irrigen Folgerungen, aber Irrthümer erzeugen immer nur neue Irrthümer.

Mein Vorsatz ist nicht, diejenigen zu widerlegen, welche deswegen einen so festen Glauben an die allgemeine Thätigkeit der Nervenkraft haben, weil sie allen Bedürfnissen der systematischen Arzneiwissenschaft eben ihrer Dunkelheit und Unerklärlichkeit wegen so treflich zu statten kömmt. Das ist der Fall aller dunkeln nnd unbestimmten Hypothesen; sie schicken sich in alle Formen, passen auf

alle besondere Fälle — allein eben dieses muß uns warnen, ihnen nicht sehr zu trauen. — Ich leugne nicht, wie Albinus, daß die Nerven überhaupt genommen, Werkzeuge der thierischen Bewegung und Empfindung sind, oder daß die Leiden der Empfindungskraft mancherlei Unordnungen in der thierischen Maschine nach sich ziehen können; allein dieses Bekenntniß kann mich, glaube ich, nicht zwingen, einzugestehen, daß alle Krankheiten, die man gemeiniglich den Nerven zuschreibt, wirklich von diesen ihren Ursprung nehmen; daß sie nicht vielmehr von den Säften entstehen können; daß Arzneien und Gifte unmittelbar auf die Nerven wirken; und daß die Nerven unmittelbar auf alle andre feste Theile wirken.

Die Reizbarkeit scheint unabhängig von der Empfindungskraft zu seyn; auch ist nicht erweislich, daß die Bewegung der Muskeln nicht anders als vermittelst der Nerven bewerkstelligt werden könne. Die Empfindungskraft und die Nerven können mit dem Blute und den Säften in einer uns unbekannten Verbindung stehen, und die dadurch veränderten Säfte besondre Wirkungen auf die festen Theile äußern. Man kann eher alles voraussetzen, als deutlichen Erfahrungen seinen Beifall versagen; man kann sich neue Verhältnisse, neue Einrichtungen ausdenken, um eine Wahrheit zu gründen: aber unbekannte Verhältnisse und Einrichtungen

blos deswegen annehmen, um eine Hypothese fest zu setzen — das würde heißen, einen Feenpallast für irrende Ritter bauen.

## IV.

# Versuche
## über die Wirkungen des Mohnsafts *).

Schon vor einigen Jahren bewies ich in einer meiner ältern Schriften, daß der Weingeist bei Fröschen die Nerven ihres Vermögens auf die Muskeln zu wirken beraube, und daß man ihm also allein, nicht dem in dem Weingeist aufgelösten Mohnsaft, jene Wirkung zuschreiben müsse, weil meine Versuche mich belehrt hatten, daß der in bloßem Wasser aufgelößte Mohnsaft die Kraft der Nerven, auf die man ihn bringt, gar nicht verändert. — Die Versuche, welche andre Physiologen nach mir, und zwar nicht mit völlig ähnlichem Erfolg, hierüber angestellt haben, nöthigten

*) Aus dem Anhange zum zweiten Bande der oben genannten Schrift. S. 342-371. Ich liefere diese Stelle fast wörtlich übersezt, da sie sich ganz auf eine der zweifelhaftesten und schwersten Fragen der Physiologie bezieht. H.

mich diese Untersuchung mit verdoppelter Genauigkeit zu wiederholen. Weil geistige Flüßigkeiten unter den Auflösungsmitteln des Mohnsafts obenan stehen, so nahm ich mir vor, zuerst die Wirkungen des in Weingeist aufgelößten Mohnsafts bei warmblütigen Thieren zu prüfen, und sie mit den Wirkungen der wäßrigen Auflösung zu vergleichen. Die geistige Auflösung wurde durch Digestion einer Unze Mohnsaft mit drei Unzen Weingeist, und die wäßrige ebenfalls vermittelst einer hinlänglichen Digestion, aus einer Unze Mohnsaft und drei Unzen Wasser, ohne allen Zusatz von Weingeist, bereitet. Hier sind die Resultate meiner Versuche.

Meerschweinchen, welchen ich einen Löffel voll Weingeist einflößte, verloren augenblicklich alle Bewegung, und starben in weniger als 20 Minuten. Diejenigen, welche die geistige Mohnsaftauflösung bekamen, wurden der Bewegung in wenig Minuten beraubt, und starben in weniger als 27 Minuten.

Andern Meerschweinchen sprizte ich geistige Mohnsaftauflösung in die Bauchhöle. Sie verloren fast in demselbigeu Augenblicke alle Bewegung, und starben noch vor Ablauf einer halben Stunde. Sprizte ich ihnen jene Auflösung unter der Haut ein, so wurden ihre Hinterpfoten sogleich unbeweglich, und in weniger als einer halben Stunde waren sie tod. Wurde die geistige Mohnsaftauflö-

sung durch den After eingesprizt, so konnten sie nach einer halben Stunde nicht mehr stehen, und starben in Zeit von einer Stunde. Lies ich sie diese nämliche Flüßigkeit verschlucken, so wurden sie augenblicklich betäubt, und starben wirklich nach drei Stunden.

Meerschweinchen, denen ich wäßrige Mohnsaftauflösung in die Bauchhöle einsprizte, verloren binnen einer halben Stunde den größten Theil ihrer Bewegungen, bekamen Zuckungen, und starben in zwo Stunden. Das Einspritzen dieser wäßrigen Auflösung unter die Haut, zog in einer halben Stunde den Verlust der Bewegung, besonders der Hinterpfoten, und in drei Stunden den Tod nach sich. Lies ich sie diese Auflösung verschlucken, so folgte bald drauf Erstarrung, aber nur bei zweien unter 16, der Tod. Von wäßrigen Mohnsaftklystiren starben alle binnen drei Stunden, und eine halbe Stunde nach der Einspritzung konnten sie schon nicht mehr sich auf den Füßen erhalten.

Alle diese Beobachtungen erweisen, daß der Mohnsaft, auch wenn er blos in Wasser aufgelößt ist, warmblütige Thiere tödet; ob es gleich übrigens seine Richtigkeit hat, daß er, in Weingeist aufgelößt, schneller und gewaltsamer wirkt. In diesem leztern Falle hat der Weingeist den meisten

Antheil an den tödlichen Wirkungen, da er selbige auch für sich allein äußert.

Da kaltblütige Thiere ungleich reizbarer sind, und ein zäheres Leben besitzen als warmblütige, so hatte ich Grund zu erwarten, daß sie mir bei den Versuchen mit dem Mohnsafte viele neue und wichtige Erscheinungen darbieten würden. Ich wählte dazu Schildkröten, Frösche und Blutigel.

Blutigel sterben in 2 bis drei Minuten, wenn man sie in Weingeist sezt, und fast eben so bald, wenn sie in geistige oder wäßrige Mohnsaftauflösung getaucht werden.

Ich tauchte einen Blutigel zur Hälfte in Weingeist: bald drauf war diese Hälfte abgestorben, indessen die andre noch lebendig blieb. Dieser Versuch fällt auf gleiche Art aus, man mag den Blutigel mit dem Kopfe, oder mit dem Schwanze in Weingeist tauchen. Eben dieses erfolgt, wenn man statt des Weingeistes die geistige oder wäßrige Mohnsaftauflösung zu diesem Versuch nimmt. Der Mohnsaft scheint also für Blutigel ein sehr heftiges Gift zu seyn. —

Eine Schildkröte, die ich Weingeist zu verschlucken zwang, starb binnen 20 Minuten; eine andre, der ich geistige Mohnsaftauflösung eingab, war in einer Stunde, und eine dritte, welche die wäßrige Auflösung des Mohnsafts bekam, in 10 Stunden tod. Ich habe diese drei Versuche bei

sechs

sechs andern Schildkröten wiederholt, und allezeit die nämlichen Folgen gesehen. Sie beweisen offenbar, daß der Mohnsaft, auch wenn er nur in Wasser aufgelößt ist, sehr heftig auf diese Thiere wirkt, daß aber gleichwohl seine Wirksamkeit in Vergleichung mit dem Weingeist sehr gering ist.

Ich sprizte einer Schildkröte Weingeist in den After. Wenig Minuten nachher konnte sie sich kaum noch bewegen, und nach einer Stunde war sie ganz tod. Einer andern brachte ich eine starke geistige Mohnsaftauflösung, ebenfalls im Klystire bei. Nach einer halben Stunde konnte sie sich kaum mehr bewegen, und nach sieben Stunden starb sie; doch sezte das Herz seine Bewegung noch eine Stunde lang fort. Eine dritte bekam ein Klystier von wäßriger Mohnsaftauflösung. Sie war nach sechs Stunden noch sehr munter, und erst nach 16 Stunden starb sie. Gleichwohl habe ich bemerkt, daß die durch den After eingesprizte wäßrige Mohnsaftauflösung die Schildkröten ordentlicher weise nicht tödet. Von der auf ähnliche Art beigebrachten geistigen Auflösung starben alle in weniger als drei Stunden, und wurden schon eine halbe Stunde nach der Beibringung ganz bewegungslos.

Durch einen Schnitt, den ich zwischen den Schenkeln und dem Bauche in die Haut gemacht hatte, sprizte ich einer Schildkröte Weingeist ein.

Sie verlor in wenig Minuten alle Bewegung, und binnen einer Stunde starb sie. Einer andern Schildkröte sprizte ich eben so viel geistige Mohnauflösung auf die nämliche Art ein: in sieben Minuten war sie bewegungslos, und in vier Stunden ganz tod. Eine dritte, welcher die wäßrige Mohnsaftauflösung ebenfalls durch einen Schnitt beigebracht wurde, war zwo Stunden nachher noch ganz munter, und starb erst nach acht Stunden. Der Ausgang dieser Versuche blieb sich bei neun andern Schildkröten immer gleich.

Ich entblößte das Herz einer Schildkröte durch Oefnung des Herzbeutels, und goß zu wiederholten malen Weingeist darauf. Nach 20 Minuten stand das Herz still; das Thier lebte indessen länger fort, und starb erst in einer Stunde mit völligem Verlust der Reizbarkeit in allen seinen Theilen. Auf ähnliche Art versuchte ich die geistige Mohnsaftauflösung. Das Herz war nach einer halben Stunde aller Bewegung und Reizbarkeit beraubt, und das Thier starb nach drei Stunden. Das Herz einer Schildkröte bewegte sich, nachdem ich wäßrige Mohnsaftauflösung drauf gegossen hatte, noch 2 Stunden lang mit gewöhnlicher Lebhaftigkeit, selbst nach sechs Stunden hatte es noch einige Bewegung, und die Schildkröte starb erst nach acht Stunden.

Bei einer vierten Schildkröte benezte ich das Herz mit einem wäßrigen Aufguß von der Fieberrinde. Es bewegte sich nach sechs Stunden noch sehr schwach, und das Thier starb in Zeit von acht Stunden. Bei einer andern ließ ich nach und nach etliche Tropfen Weingeist auf das Herz fallen. Die beiden Herzohren verlohren sogleich alle Bewegung, und das Herz war nach 2 Minuten nicht mehr reizbar; aber die Schildkröte blieb noch sehr lange nachher beim Leben.

Ich öfnete dreien Schildkröten die Brusthöle, und benezte das Herz bei der einen mit wäßriger, bei der zwoten mit geistiger Mohnsaftauflösung, und bei der dritten mit Sydenhams Laudanum. Das mit der geistigen Mohnsaftauflösung benezte Herz hörte viel früher auf zu schlagen, als die beiden andern, welche fast in demselben Augenblick still standen. Das Herz, worauf ich Laudanum gegossen hatte, schlug einige Zeitlang zwischen zwo, und dann zwischen drei Zusammenziehungen der Herzohren nur einmal, und dann starb das Thier plözlich. Das Herz blieb jedesmal um desto länger zusammengezogen, je länger die zwischen den Zusammenziehungen verfließenden Zwischenzeiten waren: eine allerdings sehr sonderbare Erscheinnng, die man nach der gewöhnlichen Theorie nicht leicht erklären kann.

Diese Versuche können noch nicht hinlänglich beweisen, daß der in Wasser aufgelöste Mohnsaft unmittelbar aufs Herz wirke; weil allezeit, wenn man diese Auflösung auf das noch in der Brusthöle befindliche Herz bringt, Blut und Gefäße noch vorhanden sind, durch deren Vermittelung der wirksame Bestandtheil des Mohnsafts in den Kreislauf geführt, den übrigen Organen mitgetheilt werden, und die thierische Maschine verändern kann, so daß man in diesem Falle, Wirkungen, welche auch von der Abänderung des Kreislaufs oder andern Ursachen abhängen können, unmöglich der unmittelbaren Benetzung des Herzens mit dem Mohnsaft zuschreiben kann. Der Versuch muß also, um entscheidend, und keiner Zweideutigkeit unterworfen zu seyn, so angestellt werden, daß bloß das Herz mit Ausschließung aller andern Theile der Wirkung des Mohnsafts ausgesezt werde.

In dieser Absicht schnitt ich einer lebendigen Schildkröte das Herz aus, und goß Weingeist drauf, wovon es in wenig Minuten seine Bewegung verlor. Auf ein andres Schildkrötenherz goß ich geistige Mohnsaftauflösung. Nach einer Viertelstunde zog es sich kaum noch zusammen, und nach 26 Minuten hatte es alle Reizbarkeit verloren. Ein drittes tauchte ich in wäßrige Mohnsaftauflösung. Es bewegte sich noch ein wenig nach Verlauf einer halben Stunde; und zwo Stunden drauf

war es ganz unbeweglich. Ich tauchte ein andres Schildkrötenherz in bloses Wasser, welches sich nach drei Stunden nur noch ein wenig bewegte. Im wäßrigen Aufguß der Fieberrinde wurde ein Schildkrötenherz binnen zwo Stunden unbeweglich.

Ich wiederholte die Versuche mit der geistigen Mohnsaftauflösung *) noch an drei andern Schildkrötenherzen, fand aber, daß ihre Bewegung dadurch nicht viel anders als durch den wäßrigen Aufguß der Fieberrinde, oder durch bloßes Wasser vermindert und gehemmt werde. Es ist also, wenn ich nach so wenigen Versuchen schließen darf, wo nicht gewiß, doch sehr wahrscheinlich, daß der Mohnsaft, wenn er in Wasser aufgelößt ist, die Bewegung des Herzens bei Schildkröten nicht unmittelbar verändert; eine neue Wahrheit, die um desto mehr Aufmerksamkeit und genauere Untersuchung verdient, da sie den Meinungen der grösten Naturforscher unsers Jahrhunderts widerspricht. Ich erinnere hier übrigens, daß man bei Wiederholung dieser Versuche sich hüten muß, den Mohnsaft nicht auf den Theilen, worauf man ihn bringt, troknen zu lassen, und daß man selbige

*) Dissolution d'opium faite par l'esprit de vin. Aus dem folgenden schließe ich, daß hier eigentlich wohl stehen sollte, diss. d' op. f. par l'eau. H.

in dieser Absicht von Zeit zu Zeit mit frischem Wasser netzen muß.

Ich lies einen Frosch 40 Tropfen Weingeist verschlingen, wovon er in 40 Minuten starb. Dieses erfolgte auch bei einem andern, dem ich 40 Tropfen von der geistigen Mohnsaftauflösung einflößte. Ein Frosch, der eben so viel von der wäßrigen Mohnsaftauflösung bekommen hatte, konnte sich nach 25 Minuten kaum noch bewegen, und starb binnen drei Viertelstunden. Ich wiederholte diese Versuche noch mit 12 andern Fröschen, und der Erfolg war immer derselbige.

Ein Frosch, dem ich Weingeist unter die Haut gesprizt hatte, starb nach einer Minute. Einem andern brachte ich auf ähnliche Art geistige Mohnsaftauflösung bei; kurze Zeit drauf konnte er die Füße nicht mehr bewegen; doch machte er nach 35 Minuten noch einige Bewegungen, und starb nach 40 Minuten. Vom Einspritzen der wäßrigen Mohnsaftauflösung wurde ein Frosch binnen 10 Minuten der Bewegung fast ganz beraubt, und starb binnen 40 Minuten. Diese Versuche fielen allezeit bei der Wiederholung auf gleiche Art aus.

Ich goß drei Fröschen wäßrige Mohnsaftauflösung, und einem vierten bloßes Wasser auf das Herz, konnte aber keinen merklichen Unterschied in der Wirkung dieser beiden Flüßigkeiten wahrnehmen. Bei sechs andern Fröschen fand ich gleichwohl, daß

das Herz etwas eher, und bei noch sechs andern, daß es später zu schlagen aufhörte, wenn ich es mit wäßriger Mohnsaftauflösung nezte, als wenn ich mich des wäßrigen Aufgusses der Fieberrinde hiezu bediente. Weil ich also aus diesen Versuchen nichts gewisses in Ansehung der Wirkung des Mohnsaftes schließen konnte, so schlug ich einen andern Weg ein. Ich legte ein ausgeschnittnes Froschherz in Weingeist, wovon es in 2 Secunden alle Bewegung verlor. Ein andres, das ich in geistige Mohnsaftauflösung legte, wurde nach 20 Secunden, und ein drittes in blosem Wasser nach 40 Minuten unbeweglich. Von drei Froschherzen, die ich in bloses Wasser legte, hörte eines nach 21 Minuten auf sich zu bewegen, bekam aber zu verschiednen malen seine Bewegung von freien Stücken wieder. So auch das zweite, welches vorher nach 10 Minuten still gestanden hatte. Das dritte wurde nach 50 Minuten unbeweglich. Ich habe diese Versuche mit mehr als 50 Froschherzen wiederholt, die ich theils in wäßrigen Chinaaufguß, theils in bloses Wasser, theils in wäßrige Mohnsaftauflösung tauchte. Die Resultate waren sehr verschieden, und ungleichförmig, und ich kann daher bis jezt noch nicht mit Gewisheit entscheiden, ob der Mohnsaft bei Fröschen unmittelbar aufs Herz wirkt.

Es war noch übrig zu untersuchen, ob der Mohnsaft auf die Nerven wirke. In dieser Absicht entblößte ich bei einem Frosche das Hirn und das verlängerte Mark, und benezte es mit Weingeist. Nach 10 Minuten konnte sich der Frosch kaum noch bewegen, und nach 35 Minuten war er tod. Ein andrer Frosch, dem ich bloses Wasser auf das Gehirn tröpfelte, war noch 24 Stunden nachher vollkommen munter. Die eben so beigebrachte wäßrige Auflösung des Mohnsafts zog einem Frosche binnen 20 Minuten beinahe den gänzlichen Verlust aller Bewegung zu. Ein andrer, dem ich das Hirn mit der geistigen Mohnsaftauflösung nezte, bewegte sich noch ein wenig nach 30 Minuten. Ich wiederholte den Versuch mit der wäßrigen Auflösung, und der Frosch, den ich dazu brauchte, bewegte sich nach 40 Minuten noch ein wenig, und starb binnen 57 Minuten. Einen andern, der eben so behandelt worden war, fand ich nach 30 Minuten rükwärts gekrümmt, und die Hinterschenkel ausgestrekt. Der aufs Hirn getröpfelte Weingeist tödete einen Frosch in 10 Minuten; doch schlug das Herz noch. Ein andrer starb davon nach 27, und ein dritter nach 45 Minuten; beide wurden aber schon nach wenigen Minuten fast ganz bewegungslos. Zwei andere Frösche bekamen anfangs heftige Zuckungen, verloren sodann das Ver-

mögen sich zu bewegen, und der eine starb nach 54 Minuten.

Ich öfnete einem Frosche die Bauchhöle, entblößte die Schenkelnerven, und nezte den rechten mit Weingeist. Nach 4 Minuten war der rechte Schenkel gegen alle Reizungen unempfindlich. Bei einem andern Frosche wiederholte ich diesen Versuch mit der geistigen Mohnsaftauflösung; wovon die Reizbarkeit des rechten Schenkels binnen 8 Minuten verloren gieng, da hingegen der linke Schenkel bei Reizung des Nerven lebhaft sich zusammenzog. Bei einem dritten Frosche wählte ich hiezu die wäßrige Mohnsaftauflösung. Nach 2 Stunden bewegte sich der rechte Schenkel noch, wenn man seinen Nerven reizte, obwohl etwas schwerer als der linke, wenn dieser gereizt wurde. Dieser Versuch hatte allezeit den nämlichen Erfolg, ich mochte mich nun dazu der wäßrigen Mohnsaftauflösung oder des blosen Wassers bedienen.

Wenn ich nur die eine Seite des Schenkelnerven mit Weingeist nezte, so erfolgte nach 4 bis 9 Minuten keine Bewegung mehr in dem Schenkel, wenn ich den Nerven von dieser, aber wohl, wenn ich ihn auf der andern Seite reizte; und die übrigen Nerven und Muskeln blieben dabei ganz unverändert, woraus offenbar zu schließen ist, daß sich die Wirkung des Weingeißtes nicht über die damit genezten Theile hinaus erstrecke. Ein Frosch, dem ich

die Schenkelnerven, ohne sie zu benetzen, entblößt hatte, bog die Schenkel, wenn sie gereizt wurden, noch nach 40 Minuten; ein andrer, dessen Schenkelnerven mit Weingeist angefeuchtet worden, war nach 4 Minuten durch keinen Reiz zu Beugung der Schenkel zu bewegen, außer, wenn man die Nerven an den Hüften und Lenden reizte, wohin der Weingeist nicht gedrungen war.

Ich zerschnitt einem Frosche die Schenkelnerven, da wo sie aus den Wirbelbeinen hervorkommen, und nezte sodann den Nerven des rechten Schenkels mit Weingeist. Nach 2 Minuten, war dieser Schenkel bei allen Reizungen seines Nerven unempfindlich; indessen der linke Schenkel sich sogleich lebhaft zusammenzog, wenn man seinen Nerven berührte. Bei einem andern Frosche nezte ich den zerschnittenen rechten Schenkelnerven mit wäßriger Mohnsaftauflösung. Nach 30 Minuten zog sich der rechte Schenkel noch zusammen, wenn ich seinen Nerven reizte, ob wohl minder lebhaft als der linke. Bloses Wasser und wäßrige Mohnsaftauflösung schienen bei einem andern Frosche in Ansehung ihrer Wirkung auf die Schenkelnerven gar nicht unterschieden zu seyn.

Diese Versuche können zwar Stoff genug zum Nachdenken, aber doch keine befriedigende Entscheidung geben. Es bleibt noch immer ungewiß, ob der Mohnsaft zunächst auf die Nerven wirke, oder

ob er erst vermittelst des Bluts und vermittelst der Bewegung der Säfte wirksam werde. Ich habe bewiesen, daß das Vipergift, das Ticunasgift, und das Lorbeerkirschwasser blos vermittelst des Blutes wirken, obgleich diese Gifte, auch innerlich beigebracht, eben so wie der Mohnsaft tödlich sind. Es ist also noch nicht ausgemacht, daß die Wirkung des Mohnsafts sich blos auf die Nerven erstrecke, weil er innerlich genommen tödet; denn er kann aus dem Darmkanal u. s. w. auf verschiednen Wegen in die Blutmasse geführt, und dann erst tödlich werden. Um hierüber entscheiden zu können, bedarf es daher solcher, und zwar sehr vervielfältigter und mit äußerster Genauigkeit angestellten Versuche, wo der Mohnsaft ganz frei auf die Nerven wirkt, ohne in Blutgefäße übergehen zu können. Die Methode, welcher ich mich in dieser Absicht bedient habe, ist folgende. Ich entblöße bei Fröschen die Schenkelnerven in der Brusthöle, und sondre sie aufs sorgfäl..gste von allen übrigen Theilen ab. Hierauf zerschneide ich da, wo diese Nerven aus dem Rükgrat hervorgehen, das Thier in zwei Stücke, und bringe sodann die Schenkelnerven, ohne sie zu berühren, und blos durch gelindes Schütteln der umliegenden Theile zwischen die Lenden des Thiers. Nachdem dieses geschehen ist, schneide ich den Schenkelknochen dicht an der Hüfte weg, wodurch die Nerven in einer Länge

von 8 bis 10 Linien ganz isolirt werden: und so bringe ich die Nerven beider Schenkel, jeden einzeln in ein kleines Glas. Jedes von diesen beiden Gläsern kann solchergestalt mit der zu untersuchenden Flüßigkeit gefüllt werden, ohne daß selbige die Muskeln der Schenkel berührt. Auf diese Art läßt sich, wenn beide Nerven gleich tief eingetaucht, und mit gleicher Genauigkeit von allen Gefäßen abgesondert sind, die Veränderung und Zeit der Veränderung bei den mit Mohnsaft genezten Nerven, mit derjenigen, welche in andern nicht so benezten Nerven statt findet, auf einmal vergleichen.

Ich bestimmte zu diesen Versuchen 300 Frösche, welche ich nach Verhältniß der dazu gewählten Zeiträume in 10 Klassen, jede zu 30, vertheilte. Bei der ersten Klasse blieben die auf oben beschriebene Art zubereiteten Schenkelnerven 10 Minuten lang auf einer Seite in der wäßrigen Mohnsaftauflösung, auf der andern Seite im bloßen Wasser; bei der zwoten Klasse 20 Minuteu lang, und so weiter, je um 10 Minuten länger, bis auf 100 Minuten, welches die Zeit ist, nach welcher die Schenkelnerven insgemein von selbst das Vermögen verlieren, die Zusammenziehung der Muskeln, wenn sie gereizt werden, zu bewirken. Bei allen diesen Versuchen sah ich keinen Unterschied zwischen den mit Mohnsaftauflösung, und den mit blosen Wasser

genezten Nerven. In den ersten Klassen bewirkten beide, wenn man sie reizte, gleich lebhafte Bewegungen der Schenkel, und in den spätern, nahm ihre Fähigkeit den Reiz auf die Muskeln fortzupflanzen vollkommen in gleichem Verhältniß ab. Man kann wohl, wie mich dünkt, keinen entscheidendern Beweis für die Wahrheit verlangen, daß der Mohnsaft nicht unmittelbar auf die Nerven wirkt, und daß er nur durch Beihülfe des Kreislaufs wirksam wird.

Es war noch übrig zu untersuchen, ob der Mohnsaft, wenn er in die Blutgefässe eingesprizt, und so unmittelbar in den Kreislauf gebracht wird, eben solche Wirkungen, als innerlich eingegeben, oder durch Verwundungen beigebracht, äußere. In dieser Absicht sprizte ich einem Kaninchen zehn Tropfen wäßrige Mohnsaftauflösung in die Drosselader. Kaum war dieses geschehen, so konnte sich das Kaninchen schon kaum mehr auf den Beinen, welche ausgestreckt waren, und aus einander wichen, erhalten. Doch wurde es in wenig Stunden wieder gesund. Ich wiederholte diesen Versuch mit Beihehaltung aller Umstände bei einem andern Kaninchen. Die Hinterfüße wurden augenblicklich gelähmt, das Thier fiel nach 2 Minuten auf die Brust, und machte nur von Zeit zu Zeit einige kleine erschütternde Bewegungen, fing aber nach einer halben Stunde wieder an zu laufen, und ge-

nas völlig. Andre Kaninchen, denen ich 45 Tropfen und mehr von der wäßrigen Mohnsaftauflösung in die Drosselader einsprizte, starben theils augenblicklich, theils in einigen Stunden.

Der Mohnsaft pflegt demnach, wenn er in Blutgefäße eingesprizt wird, Schlaf, Zuckungen, ja den Tod selbst zu verursachen. Fast eben so wirkt auch der Wein, und der mit Wasser verdünnte Weingeist. Der rektifizirte Weingeist hingegen tödet augenbliklich, und macht das Blut in der Holader, im Herzen und in der Lunge gerinnen; Wirkungen, welche gewiß sind, und schon für sich allein ohne die Nerven den Tod verursachen können.

Brechmittel und Purgiermittel erregen, wenn sie in die Adern gesprizt werden, eben so gut Brechen und Purgieren, als wenn sie eingenommen worden wären; ihre Wirkung scheint also unverändert und ohne Beihülfe der Nerven zu dem Magen und den Därmen zu kommen. Warum sollte der Mohnsaft nicht auch auf ähnliche Art ohne die Nerven wirken können, da er auf diese unmittelbar gebracht, gar keine, und hingegen in die Drosselader eingesprizt, so schnelle und gewaltsame Veränderungen veranlaßt?

Meine Versuche sollen blos die unmittelbare Wirkung des Mohnsafts auf die Nerven widerlegen, und dessen unmittelbare Wirkung auf das Blut be-

stätigen; und ich bekümmere mich dabei wenig um die Hypothesen, welche man vielleicht ausdenken könnte, um verjährte Vorurtheile mit meinen Versuchen zu vereinbaren. Blos wünsche ich den Aerzten hiemit Anleitung zu deutlichern und zuverläßigern Theorien über die Wirkung des Mohnsafts, als man bis jezt gehabt hat, gegeben zu haben. Nur mag man dabei alle zur Gewohnheit gewordne Meinungen und Hypothesen aus den Augen setzen, bei denen man zwar die Wahrheit unleugbarer Thatsachen und Erfahrungen zugesteht, aber nur allzuoft die zunächst daher abgeleiteten Folgerungen, wären sie auch noch so bündig, nicht gelten lassen will. Freilich ist eine solche Unpartheilichkeit etwas schweres; weil immer die Liebe zu unsern Meinungen mit unserer Eigenliebe in eins zusammenfließt, und die Entsagung von erstern uns gleichsam das Geständniß unsrer Unwissenheit abzudringen scheint.

Die schnelle Wirkung des Mohnsafts und die unmerkliche Verminderung seines Gewichts, indem er wirkt, kann den Folgerungen, die sich aus meinen Versuchen ziehen lassen, nicht entgegenstehn. Ich habe erwiesen, daß das Viperngift, das Tikunasgift, und das Lorbeerkirschwasser, wenn man selbige auch in sehr geringer Menge in die Drosselader einsprizt, augenblicklich töden, und daß sich die Wirkung dieser Gifte blos aufs Blut,

nicht auf die Nerven erstrecke. Eben so tödet das Vitriolöl, wenn man es auch in sehr kleiner Menge in die Blutgefäße einsprizt, und niemand wird doch, wie ich glaube, behaupten wollen, daß diese Feuchtigkeit auf die Nerven, und nicht aufs Blut wirke. Das Baumöl, und viel andre unschädliche Substanzen töden plözlich unter Erregung der heftigsten Zuckungen, wenn man sie in Blutgefäße sprizt. Man sieht leicht ein, daß die Unordnung, welche diese Dinge in der thierischen Maschine anrichten, blos mechanisch ist, und von Hemmung oder Verminderung des Blutumlaufs, nicht von einer Veränderung der Nerven abhängt. Es darf auch nicht sehr befremden, wenn verschiedne Dinge in sehr kleinen Quantitäten die gewaltsamsten Zerrüttungen in der thierischen Maschine anrichten können, da überhaupt die Wirksamkeit der Körper, besonders der Gifte und Arzneimittel, auf unendlich kleine Massen eingeschränkt ist. Man kann auch überdies nicht wohl begreifen, wie eine Kraft ohne auf das Blut zu wirken, die gewaltsamsten Veränderungen in den Nerven sollte hervorbringen können, da $\frac{1}{1000}$ eines Grans Viperngift einen Vogel, mit dessen Blut es vermischt wird, töden kann, und der in diesem Tausendtheil enthaltne eigentlich wirksame Bestandtheil vielleicht kaum $\frac{1}{1000}$ desselben ausmacht.

Whytt beruft sich, um die unmittelbare Wirkung des Mohnsafts auf die Nerven zu vertheidigen, darauf, daß selbiger, wenn man ihn Fröschen, deren Herz aus der Brusthöle gerissen ist, einflößt, nichts desto weniger Empfindung und Bewegung aufhebe, hingegen schwächer und langsamer wirke, wenn man den Fröschen den Kopf abgeschnitten, und das Rükmark zerstört hat. Meine Versuche beweisen, daß der erstere von Whytt angeführte Erfahrungssatz unrichtig sei, und der zweite würde, wenn er auch wahr wäre, nichts beweisen, weil durch Zerstörung des Hirns und des Rükmarks die thierische Maschine dergestalt verändert werden kann, daß der Mohnsaft nun nicht mehr so wie vorher zu wirken im Stande ist. Ueberhaupt wirken Purgiermittel, Brechmittel, und alle Gifte nur auf lebendige Thiere. Allein überdies habe ich auch den von Whytt angegebenen Versuch selbst nachgemacht, und aller Sorgfalt ohngeachtet nie den Erfolg, dessen er Meldung thut, beobachtet. Wenige Versuche können auch hier nichts entscheiden, da zufällige Umstände das Resultat derselben so leicht abändern können.

Um diesen Versuch einfacher und minder zweideutig zu machen, schnitt ich den Fröschen nicht die Köpfe ab, sondern machte blos eine kleine Oeffnung am Hirnschädel, durch welche ich mit einer großen Nadel das Hirn und Rükmark zerstörte.

Auf diese Art wurde der Blutverlust, den das Thier bei der Enthauptung leidet, vermieden, und die Vergleichung mit andern Fröschen erleichtert, welchen ich ohne ihr Hirn- und Rükmark zu zerstören, Mohnsaft eingab. Ich verglich auf diese Art die Dauer der Bewegung des Herzens, bei den auf diese doppelte Art behandelten Fröschen, wobei ich zugleich von Zeit zu Zeit die Schenkelnerven reizte; und so habe ich bei 48 Fröschen gefunden, daß der Mohnsaft weder schwächer noch langsamer nach Zerstörung des Hirns und Rükmarks, als bei unverlezter Beschaffenheit desselben wirkt.

Aus diesen Beobachtungen mache ich die doppelte Folgerung, daß die Bewegung des Herzens nicht von den Nerven, noch von der Summe aller Empfindungen, auf welcher das thierische Leben beruht, abhänge; und daß die Wirkung des Mohnsafts unabhängig von den Nerven erfolge.

Einige Schriftsteller machen die Anmerkung, daß der Mohnsaft, wenn man ihn in Blutgefäße einsprizt, seine Wirkung in die nervigen Enden der Blutgefäße und von da ins Nervensystem fortpflanze. Es ist nicht zu leugnen, daß die Stämme der Blutgefäße mit Muskelfasern, und folglich auch, da kein Muskel ohne Nerven ist, mit Nerven versehen sind; allein in den kleinen Aesten der Blutgefäße kann man keine Muskelfasern entdecken, und es würde unschicklich seyn, selbige in

ihnen gegen das Zeugniß der Sinnen, blos einer Hypothese zu gefallen, anzunehmen. Auch hat man nie entdecken können, daß Blutgefäße mit Nerven anastomosiren. Die Empfindlichkeit der Gefäße kann auf keine Art erwiesen werden; bei Unterbindung derselben habe ich nie bemerkt, daß die Thiere Zeichen einer schmerzhaften Empfindung von sich gaben, wenn anders der Versuch genau genug angestellt, und vorher das Gefäß von allen umliegenden Theilen sorgfältig getrennet wurde. Man muß sich auch hüten, den Versuch mit großen Gefäßen zu machen, weil sonst das Thier die Hemmung eines so großen Blutstroms zu empfinden scheint. Uebrigens ist es gewiß, daß die innere Haut der Gefäße weder aus Muskelfasern noch Nerven, sondern aus Zellgewebe besteht; folglich kann auch der Mohnsaft schon deswegen nicht auf die Nerven wirken, weil er bei der Einspritzung blos die innern Wände der Gefäße berührt.

Da der Mohnsaft die Dauer der Bewegung des Herzens nicht zu verändern scheint, so entschloß ich mich zu untersuchen, ob er doch vielleicht die Geschwindigkeit und Stärke der Zusammenziehungen des Herzens verändere. Ich habe mehr als 100 Versuche in dieser Absicht angestellt, muß aber gestehen, daß ich diese Frage noch nicht entscheidend beantworten kann, weil der Erfolg bei Fröschen, deren ich mich hiezu meistentheils bediente, außer=

ordentlich verschieden war. Ueberhaupt habe ich doch bemerkt, daß der Mohnsaft, wenn man ihn warmblütigen Thieren in mäßigen Dosen giebt, die Bewegung des Herzens zu verstärken, hingegen in größerer Menge gegeben, sowohl die Kraft des Herzens als die Munterkeit des Thiers zu vermindern scheint: und hierin scheint er viel Aehnlichkeit mit verschiedenen andern Substanzen zu haben, welche die Lebenskraft schwächen. — Auch bei Menschen wirkt der Mohnsaft, innerlich gegeben, auf ähnliche Art. Die Bewegung des Herzens wird dadurch meistentheils verstärkt, und die wenigen Erfahrungen, die das Gegentheil zu beweisen scheinen, können die allgemeinen Gesetze, nach welchen der Mohnsaft auf den thierischen Körper wirkt, nicht umstoßen.

Ich flößte 12 Fröschen ohngefähr 20 Gran von der wäßrigen Mohnsaftauflösung ein, und riß ihnen unmittelbar drauf das Herz aus der Brust. Zwölf andern Fröschen öfnete ich die Brusthöle ohne das Herz herauszunehmen, und gab ihnen ebenfalls wäßrige Mohnsaftauflösung ein. Durch genaue Vergleichung der Zeit, welche diese 24 Versuche erforderten, fand ich, daß sich die Wirkungen des Mohnsafts in den Fröschen, deren Herz noch in drr Brusthöle war, viel früher als in denenjenigen äußerten, denen ich selbiges herausgenommen hatte. Unter Wirkung des Mohnsafts ver-

stehe ich hier den Verlust der willkührlichen Bewegung, nicht der Bewegung des Herzens, welches sich noch lange fortbewegt, wenn die Frösche schon tod sind, noch der Veränderungen der Nerven, deren Reizung noch lange nach dem Verlust der willkührlichen Bewegung die Muskeln sich zusammenzuziehen nöthigt.

Man muß demnach die Bewegungen, welche das Thier nach eigner Willkühr macht, von denjenigen, welche durch einen äußerlichen, auf dem Hirn oder Rükmark angebrachten Reiz bewirkt werden, unterscheiden. Leztere mangeln nicht allezeit, wenn die erstern aufhören, diese fehlen aber allezeit, sobald auch äußerliche Reize keine Bewegung mehr bewirken können.

Empfindung und Bewegung müssen wohl von einander entschieden werden. Das Organ der erstern ist blos der Nerve. Bei meinen Versuchen habe ich oftmals wahrgenommen, daß Thiere, wenn sie gleich ihre Theile schon nicht mehr bewegen konnten, dennoch Zeichen der Empfindung gaben, sobald man ihre Nerven stach oder drükte. Auch ist es gewiß, daß sich die Muskeln noch lange nach dem Tode des Thiers zusammenziehen, wenn man ihre Nerven reizt; und man sieht also hieraus, daß die Bewegung des Herzens und die Fähigkeit der Nerven, eine Zusammenziehung der Muskeln, wenn

sie gereizt werden, zu bewirken, weit später als die Empfindung und willkührliche Bewegung des Thiers verlohren geht.

Ich habe angemerkt, daß der unmittelbar auf einen Nerven gebrachte Mohnsaft, nicht nur selbigen der Fähigkeit die Zusammenziehung der Muskeln zu bewirken nicht beraubt, sondern ihm auch nicht einmal seine natürliche Empfindlichkeit entzieht. Auch habe ich bewiesen, daß der Mohnsaft schneller wirkt, wenn man den Thieren das Herz läßt, als wenn man selbiges ausgerissen hat. Er scheint also nicht unmittelbar auf die Nerven, sondern nur vermittelst des Kreislaufs auf den thierischen Körper zu wirken.

---

# Einige
# physiologische Aufsätze
von
E. B. G. Hebenstreit.

## I.

# Prüfung der vornehmsten Beweise für die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft.

Herr Fontana hat sich an verschiednen Orten der Schrift, die ich hier übersezt liefere, so viel Mühe gegeben, die Nerven von den Ursachen der Reizbarkeit auszuschließen, daß ich mich nicht enthalten kann, eine Prüfung der Beweise zu übernehmen, deren man sich bisher, um die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft darzuthun, bedient hat. Nicht, als ob diese Prüfung nicht schon öfters versucht worden wäre; sondern, weil man sie, wie mich dünkt, nicht unpartheiisch genug angestellt hat, weil man vielleicht Beweise und Erfahrungen, die bei kälterer Ueberlegung auch mit einem entgegengesezten System hätten vereinbart werden können, blos aus Liebe zu diesem, ganz zu entkräften bemüht gewesen ist, kurz — weil man den untersuchten Gegenstand nicht von allen Seiten betrachtet hat.

Niemand kann weniger als ich, es verkennen, wie sehr sich der verweigte Haller durch seine Versuche über die Reizbarkeit, um die Naturlehre des

thierischen Körpers verdient gemacht hat. Durch ihn haben wir eine Menge von Phänomenen der thierischen Natur genauer kennen gelernt, die für uns immer an praktischen Folgerungen sehr fruchtbar seyn werden. Allein, wenn er auf seine Beobachtungen eine Theorie gründete, die nicht über allen Zweifel erhoben ist, so wird es, dünkt mich, erlaubt seyn, von diesen abzuweichen, ohne jenen deswegen ihren Werth abzusprechen; und niemand, der sich nicht selbst von der unwiderstehlichen Gewalt loszusprechen vermag, die das Neue, das Selbsterfundene über unsre Einbildungskraft und Eigenliebe hat, wird es dem großen Manne verdenken können, daß er sich zuweilen, ohne es selbst zu wollen und zu merken, dem Fluge seines Scharfsinns zu sehr überlies. Daß er indessen selbst, bei aller Bestrebung, die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft ausser Zweifel zu setzen, den genauen Zusammenhang beider nicht verkannte, und eben deswegen nicht selten sich selbst widersprach, das können verschiedne Stellen seiner eignen Werke beweisen. Nachdem er z. B. durch viele Beweise die Unabhängigkeit der Bewegung des Herzens von der Nervenkraft darzuthun gesagt hat *), so sezt er die Worte hinzu: „das Herz unterscheidet sich,

*) Elem. Physiol. L. IV. S. 5. §. 1. der neuen Ausgabe.

„wie mich dünkt, dadurch von andern Muskeln, „daß die Nerven keinen solchen Einfluß, der sich „durch Versuche sinnlich machen liese, auf die Be„wegung desselben haben. Ihre Kraft scheint sich „darauf einzuschränken, daß sie den Inbegrif aller „Eigenschaften des Herzens, und die Thatkraft „seiner Muskelfasern dauerhaft machen, und unter„halten. Indessen giebt es im Herzen noch eine „andre und mächtigere Ursache der Bewegung, wel„che allerdings ohne Nerven nicht wirksam werden „kann.“ *) Weiterhin sagt er; „Die einzige Ursa„che der vorzüglich großen Reizbarkeit des Herzens „sei diese, daß die empfindlichen Nerven des Her„zens, welche gleich unter der innern Haut dessel„ben sich verbreiten, von dem nahe an sie gebrach„ten Blute unmittelbar gereizt werden“ **).

*) Ich habe diese Stelle, welche allerdings viel dunkles hat, so viel als möglich, wörtlich übersezt, hoffe auch den Sinn, den Haller hier mit den Worten integritas cordis verbunden hat, so ziemlich richtig errathen und ausgedrükt zu haben. Indessen will ich die Worte des Originals beifügen, damit man selbst entscheiden könne. Quare puto — cor ab aliis musculis hactenus dissidere, quod nervorum vis in ejus motu producendo non ea sit, quae experimento possit demonstrari. Posse ad integritatem cordis, ad vim fibrarum sustentandam neruorum aliquam esse potentiam. Alia tamen potentior cordi est causa motrix, quae absque neruis omnino excitari nequit.

**) Elem. Physiol. l. c. p. 489. der alten Ausgabe. In der neuen hat Haller diese Worte, — weil

Man vergleiche ferner die ganze Stelle, wo Haller die Abhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft mit Versuchen bestreitet, welche die Fortdauer der erstern nach Unterbindung und Zerschneidung der Nerven beweisen *), mit folgenden Worten: „ob gleich die Ursache der Muskelbewe„gung von dem Gehirn zu den Nerven fortgepflanzt „wird, so muß man doch nicht glauben, daß die „Bewegung ganz aufhöre, wenn der Zufluß aus „dem Gehirn durch die Nerven aufgehoben ist. — „Die Ursache der Bewegung kömmt zwar vom „Gehirn durch die Nerven herab, allein viele Ver„suche beweisen, daß sie sich, ihre Natur mag nun „seyn, welche sie wolle, noch eine Zeitlang in dem „Nerven wirksam erhält, wenn dieser gleich von „dem Hirn getrennt ist, und aus selbigem keinen „neuen Zufluß mehr erhält" **). So auch an einem andern Orte; wo er die Frage, wozu denn eigentlich die Muskeln der unwillkührlichen Bewegung, da ihre Kraft angeboren, nicht der Ner-

man ihm den darin enthaltnen Widerspruch vorgerükt hatte, — so ausgedrükt, als ob er nicht seine sondern eine fremde Meinung vortrüge. Alia conjectura est, schreibt er, ideo cor magis irritabile esse quod nervi cordis sentientes &c. Hanc pro hypothese affero, pro ea nolens contendere.

*) Elem. Physiol L. XI. S. 2. §. 10. S. 3. §. 3.

**) Ebend. L. X. S. 7. §. 31.

venkraft untergeordnet sei, dennoch mit Nerven versehen wären? folgendermasen beantwortet: „Die Nerven machen diese Theile der Empfindung „fähig, welche ohne Nerven nicht gedenkbar ist. „Ferner vollstrecken sie in ihnen nicht die Befehle „des Willens, sondern die allgemeinen Gesetze der „thierischen Natur, nach welchen auf gewisse Reize, „gewisse bestimmte Bewegungen folgen müssen. „Die Kraft der Muskeln, welche das männliche „Glied aufrichten, wird ihnen durch die Nerven „mitgetheilt, und ist zwar nicht dem Willen der „Seele, aber doch dem Gehirn untergeordnet. — „Die beschleunigte Bewegung des Herzens beim „Zorne ist die Folge einer Bewegung in den Ner„ven, welche zwar nicht von dem Willen der Seele „aber doch von dem Gehirn, und dem durch einen „widrigen Gegenstand hervorgebrachten Reize ab„hängt. Die Nerven sind also, selbst unabhän„gig von dem Willen, Unterhändler zwischen der „Seele und dem Körper. Vielleicht können sie „auch sonst noch die Reizbarkeit vermehren; we„nigstens ist es gewiß, daß schmerzende Theile auch „reizbar werden *).“ Es sind noch verschiedene andre Stellen, wo man auf ähnliche Widersprüche stößt **). Ich begnüge mich, diese angeführt zu

*) a. a. O. L. XI. S. 3. §. 3.
**) Z. B. von der Reizbarkeit der Därme L. IX. S. 3 §. 7. vergl. mit L. IX. S. 11. §. 5. und L. X. S. 7. §. 25.

haben, und bin übrigens so weit entfernt, sie Hallern als Fehler, oder Unbeständigkeit anzurechnen, daß ich vielmehr auch in ihnen den Charakter des großen Manns ausgedrükt finde, der Wahrheit, wo er sie fand, anerkannte, wenn sie gleich mit seinem System nicht harmonirte.

Nach dieser vorläufigen Erinnerung will ich nun die Beweise, mit welchen man für die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft streitet, nach der Reihe durchgehen, und prüfen, in wie fern sie überzeugend genannt werden können oder nicht.

1) Blos die Muskelfaser besizt das Vermögen, „sich, wenn sie gereizt wird, zu verkürzen, und „blos die Nervensubstanz und die Theile, in welchen sie sich verbreitet, sind empfindlich. Viele „Theile sind empfindlich, aber nicht reizbar; der „Nerve selbst besizt den höchsten Grad des Empfindungsvermögens, und doch nicht die mindeste „Reizbarkeit. Es läßt sich nicht gedenken, daß „Empfindungskraft und Reizbarkeit einerlei sei, und „doch der Siz der erstern selbst keine Reizbarkeit „habe.“ Ich erinnere, daß bei diesem Beweise zween ganz verschiedne Begriffe mit einander verwechselt sind. Es ist nicht einerlei, sagen; Empfindung und Reizbarkeit sind einerlei: und; Reiz-

barkeit ist eine Folge oder Wirkung der Nervenkraft. Ersteres wird niemand behaupten, der die Verschiedenheit beider Phänomene einzusehen vermag: und wer wollte das nicht? Wer aber sagt; Reizbarkeit sei eben sowohl, als Empfindung, eine Wirkung der Nervenkraft, der sagt auf alle Fälle nichts undenkbares, so lange es gewiß ist, daß Ursache und Wirkung zween Begriffe sind, die sich zwar wechselsweise auf einander beziehen, aber nie identisch sind, niemals nothwendig einerlei Eigenschaften voraussetzen, und daß einerlei Ursache unter verschiednen Bedingungen zweierlei ganz verschiedne Wirkungen hervorbringen kann. Derjenige würde sehr unrichtig schließen, der behaupten wollte, die Bewegungen einer Penduluhr könnten nicht durch den Pendul regiert werden, weil dieser für sich selbst die Stunden nicht anzeigen könne; oder, der annehmen wollte, die Fähigkeit des Gesichts- und Gehörwerkzeugs, Gesichts- und Gehörempfindungen der Seele zuzuführen, müsse von den Nerven unabhängig seyn, weil der Nerve allein weder sehe noch höre. Es läßt sich also daraus, daß der Nerve für sich allein nicht reizbar ist, keineswegs schließen, daß die Reizbarkeit von der Nervenkraft ganz unabhängig sei, sondern nur so viel, daß thätige Aeußerung der Reizbarkeit nicht bloße unbedingte Nervenkraft seyn könne, sondern Bedingungen vor-

aussetze, welche in dem Bau der Nerven für sich allein nicht statt finden.

2) „Das Herz, der reizbarste Theil der thie„rischen Maschine, hat so wenige Empfindung, „daß einige sogar ihm selbige ganz haben abspre„chen wollen.“ Gesezt auch, dieses verhielt sich so; so würde man daraus doch weiter nichts folgern können, als daß Empfindung und Reizbarkeit nicht einerlei Phänomen sind; keinesweges aber, daß ihre Ursachen auch ganz verschieden seyn müsten. Da also jenes Beispiel nichts beweisen kann, so brauchte man eigentlich nicht einmal hier das Gegentheil darzuthun, daß nämlich das Herz keinen unbeträchtlichen Grad von Empfindlichkeit besitze. Wirklich empfindet die Seele die Verwundungen, die schnellern Bewegungen des Herzens, und den Druck, der z. B. bei der Wassersucht des Herzbeutels und der Brusthöle auf selbiges wirkt. Ueberdies kann es auch mit dem Herzen eben die Beschaffenheit haben, wie mit den Därmen, welche äußerlich sehr wenig, auf ihrer innern Fläche aber in einem sehr hohen Grade empfindlich sind. Dieser größern Empfindlichkeit der innern Herzwand schreibt, wie ich oben erinnert habe, selbst Haller die vorzügliche Reizbarkeit des Herzens zu. — Und kann man auch wohl überhaupt das eigentliche Maas der Empfindlichkeit eines Theils ganz genau bestimmen? Es ist ein allgemeines Gesetz der Natur,

daß

daß der zu gleicher Zeit empfundne Schmerz verschiedner Theile in eine Empfindung zusammenfließt, und daß der größere Schmerz den geringern aufhebt. Ist es also wohl zu verwundern, wenn ein Thier, das vorher die empfindlichsten Schmerzen bei Oeffnung der Brusthöle ausgestanden hat und noch aussteht, weniger Empfindung bei Verwundung oder Reizung des Herzens äußert?

3) „Das Gebiet der Reizbarkeit erstreckt sich „viel weiter, als das Gebiet der Nervenkraft. „Polypen und viele andre Würmer haben kein Ge„hirn noch Nernen — wenigstens müssen wir „das leugnen, so lange ihnen unsre Sinnen solche „Theile absprechen — und doch sind sie sehr reiz„bar. Auch bei Pflanzen sehen wir Bewegungen, „welche eine der Reizbarkeit ähnliche Kraft verra„then.“ In so fern wir an Polypen und andern Würmern willkührliche Bewegungen und Befriedigung thierischer Triebe durch körperliche Organe wahrnehmen, in sofern müßen wir ihnen auch Empfindungswerkzeuge zuschreiben, und diese Nerven zu nennen, erfordert die Analogie und der Sprachgebrauch. Sind übrigens diese Thiere reizbar, und mannichfaltiger Bewegungen fähig, so müssen sie Muskeln besitzen, folglich auch Nerven, welche zu diesen Muskeln gehen; denn diese sind nach Hallers eignem Geständniß ein wesentlicher Bestand-

theil aller Muskeln *). Daß wir das Hirn und die Nerven bei den Polypen nicht entdecken können, das berechtigt uns noch nicht, ihnen selbige, oder irgend ein andres dieselbe Stelle vertretendes Organ abzusprechen. — Pflanzen können nicht in eben dem Sinne, wie Thiere, reizbar genennt werden, denn sie haben keine Muskeln, und ohne Muskeln läßt sich keine Reizbarkeit gedenken. Also kann dieser ganze Beweis, die Abhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft keinesweges widerlegen.

4) „Bei lebendigen Thieren wird durch Unterbindung des Nerven die Empfindlichkeit, aber „nicht die Reizbarkeit des Muskels, in dem er sich „verbreitet, aufgehoben; höchstens wird leztere nur „einigermasen, und nicht allezeit vermindert.“ Dieser Beweis kann und muß eigentlich nur die widerlegen, welche Empfindung und Reizbarkeit für einerlei halten, nicht die, welche beide für verschiedne Aeusserungen einer und derselben Kraft ansehen. Der Nerve ist empfindlich, oder vielmehr er ist Werkzeug der Empfindung, so lange er mit dem Hirn des lebendigen Thiers in Verbindung steht, und hört natürlicherweise auf, es zu seyn, wenn diese Verbindung aufgehoben wird. In dem

*) Elem. Physiol. L. I. S. 1. §. 12.

nämlichen Falle verliert er auch seine Fähigkeit, die von dem Willen empfangenen Eindrücke zu den unterhalb der Unterbindung befindlichen Muskeln fortzupflanzen. Diese beiden Erfahrungssätze beweisen also, daß Empfindung und willkührliche Bewegung außerhalb der ununterbrochenen Verbindung mit dem Gehirn durch die Nerven nicht bewirkt werden kann. In so fern nun die Nerven Werkzeuge der Empfindung und des Willens sind, in so fern ist auch alles, was zwischen dem empfangenen Eindruck und dem Sitze der Empfindung oder dem zu bewegenden Theile in ihnen vorgeht, nicht blos einem leidenden Verhalten, sondern einer von ihrem Bau abhängenden wirksamen Fähigkeit zur Fortpflanzung empfangner Eindrücke zuzuschreiben. Diese den Nerven eigne Kraft muß unter der Bedingung, daß der Bau der Nerven unverändert bleibt, auch außer der Verbindung mit der Seele fortdauern können, nur daß alsdann der fortgepflanzte Eindruck nicht Empfindung noch willkührliche Bewegung erregen kann. Eben so sezt das Triebwerk einer Uhr seine Bewegung noch immer fort, wenn ich gleich den Stundenzeiger davon weggenommen habe. Es läßt sich also aus dem Satze, daß durch Unterbindung eines Nerven die Empfindlichkeit, aber nicht die Reizbarkeit des Muskels, zu dem er geht, aufgehoben wird, schlechterdings weiter nichts als so viel folgern, daß die dem Nerven

eigne Kraft Eindrücke fortzupflanzen, in diesem Falle ihre Wirkung im Gehirn nicht hervorbringen könne: nicht aber, daß diese Kraft unbedingt vernichtet sei. Und daß sie dieses nicht ist, daß wirklich nach der Unterbindung, nach der Zerschneidung, in dem außer Verbindung mit dem Gehirn gesezten Nerven, die Fähigkeit, Eindrücke durch eigne Kraft fortzupflanzen, noch eine Zeitlang sich erhalte, das beweisen unzählige von den Vertheidigern des Hallerschen Systems selbst angestellte und beglaubigte Versuche, nach welchen Muskeln, die eben erst von dem Thiere getrennt sind, sich augenblicklich zusammenziehen, wenn man den abgeschnittenen Stamm des zu ihnen gehenden Nerven mit Stechen oder Elektrizität reizt, und enthauptete Frösche noch alle zum Entfliehen, zur Begattung u. s. w. nöthige Bewegungen machen. Haller selbst hat sich durch diese Erscheinungen genöthigt gesehen, eine solche den Nerven eigenthümliche und auch außer der Verbindung mit dem Hirn thätige Kraft einzugestehen *). Daß aber die Zusammenziehung der Muskeln, welche auf Reizung ihrer Substanz selbst erfolgt, von jener innern Kraft der Nerven unabhängig sei, das wird sich nicht eher durch jenen Beweis darthun lassen, als bis es

*) a. a. O. L. X. S. 7. §. 31.

einem Zergliederer gelingen wird, einen Muskel ohne Verlust seiner Reizbarkeit seiner kleinsten Nervenäste zu berauben, welches aber wohl schwerlich jemals möglich seyn wird.

3) „Durch Unterbindung und Zerschneidung „des Nerven wird die Bewegung des Muskels, zu „dem er geht, vermehrt, und bei sterbenden Thie„ren pflegen nicht selten Zuckungen zu entstehn.“ Nicht durch Unterbindung, durch Zerschneidung des Nerven, sondern in dem Augenblicke, da er unterbunden und in ihn geschnitten wird, nimmt die Bewegung des Muskels zu. Denn diese Versuche werden insgemein nicht mit solcher Behendigkeit verrichtet, daß nicht vor ihrer Beendigung der in dem Muskel selbst erregte schmerzhafte Eindruck noch von dem Thier empfunden werden könnte. Wenn man hingegen den Nerven mit einem einzigen Hiebe plözlich zerschneidet, so wird dadurch, wie Fontana ganz richtig angemerkt hat *), nicht nur keine verstärkte, sondern gar keine Bewegung in dem Muskel verursacht. Auf alle Fälle kann jener Beweissatz die Möglichkeit einer in dem Muskel übrig bleibenden und wirksamen eignen Nervenkraft nicht widerlegen. Eben das gilt auch von dem andern Theile desselben. Das Empfindungsvermögen des sterbenden Thiers kann abnehmen, d. i. die Gemeinschaft der Seele mit dem Körper

*) M. s. oben S. 141.

durch die Nerven kann unterbrochen werden, und demohngeachtet die eigenthümliche Wirkung der Nerven auf die Muskeln sich noch erhalten. Es läßt sich sogar gedenken, daß diese leztere in den lezten Augenblicken des thierischen Lebens in eben dem Verhältniß sich stärker äußern könne, als die Wirkung der Nervenkraft auf die Seele schwächer wird. So springt eine gespannte Saite, indem sie an ihrem einen Befestigungspunkte reißt, mit Heftigkeit gegen den andern Befestigungspunkt zurück. Man halte mir dieses ziemlich grobsinnliche Gleichniß zu gute. Ich weis es, Gleichnisse können nichts beweisen, aber sie dienen zuweilen dazu, die Meinung dessen, der sie braucht, verständlicher zu machen.

6) „Die Ursachen, welche die Reizbarkeit „vernichten, heben deswegen die Empfindung nicht „auf. Aetzende Dünste zerstören die Reizbarkeit, „und erregen doch zu gleicher Zeit Schmerzen. „Schwächliche Körper sind empfindlicher, als starke.“ Hiedurch wird blos erwiesen, daß Reizbarkeit und Empfindung zwei verschiedne Phänomene sind, aber nicht die Möglichkeit aus dem Wege geräumt, daß beide blos verschiedentlich bestimmte Aeußerungen einer und derselben Kraft seyn können. Es kann eine Kraft unfähig werden, eine gewisse gegebne Wirkung hervorzubringen, d. i. die Umstände, wel-

che sie zu dieser Wirkung determiniren, können weg- fallen; aber dadurch wird sie nicht gerade auch zu andern Wirkungen untüchtig. Ueberdies können uns viele von Carminati angestellte Versuche über- zeugen, daß Arsenik- und Schwefeldampf die Reiz- barkeit des Herzens und die Empfindung zugleich, Schiespulverdampf, Salpeterluft aus Eisen und Salpetersäure, und mephitische Luft zu gleicher Zeit die Empfindung und die Reizbarkeit aufheben *). Und bestätigen dies nicht auch alle Erscheinungen, die man an Thieren wahrnimmt, welche im Koh- lendampf oder in Dünsten gährender Flüßigkeiten erstikt sind? Darüber, daß die Wirkung ätzender Dünste nicht selten blos die Reizbarkeit des Her- zens und der Därme unverändert läßt, werde ich mich in der Folge umständlicher erklären. Die Er- fahrung, daß schwächliche Körper empfindlicher als starke sind, hat die Wahrheit ganz auf ihrer Seite, ist aber so wenig geschikt, das, was sie beweisen soll, darzuthun, daß sie vielmehr zu Vertheidigung des Gegentheils sehr bequem angewendet werden kann. Man scheint hier offenbar angenommen zu haben, daß der Begrif der Schwäche einen Man- gel an Reizbarkeit, der Begrif der Stärke hinge-

*) M. s. Bassiani Carminati de animalium a mephitibus et noxiis halitibus interitu, ejusque propioribus causis. Lodi 1777. 4.

gen einen hohen Grad derselben voraussetze, weil schwache Subjekte ihre Muskeln nicht mit solchem Nachdruck, noch so anhaltend zusammenziehen können als starke. Allein man hat hier einen unrichtigen Maasstab für die Grade der Reizbarkeit angenommen. Denn, ist Reizbarkeit die Fähigkeit der Muskeln, sich, wenn sie gereizt werden, zusammenzuziehen, so kann ihre relative Größe nur nach der Anzahl der verschiednen Reizmittel, welche die Zusammenziehung bewirken können, nicht nach der relativen Wirksamkeit und Dauer dieser Zusammenziehung berechnet werden. Ein Muskel wird also in höherm Grade reizbar seyn, wenn er von mehreren, weniger reizbar, wenn er von wenigern Gattungen von Reizen zur Zusammenziehung genöthigt wird. Er wird schwächer seyn, wenn die Wirkung dieser Zusammenziehung gering und von kurzer Dauer, stärker, wenn selbige kräftiger und von längerer Dauer ist *). Hieraus folgt, daß geringere Stärke und größere Reiz-

*) Eben so beurtheilen wir die Beweglichkeit einer Maschine nach der Leichtigkeit, mit welcher sie sich in Bewegung setzen läßt; ihre Wirkung aber nach der Größe der Last, welche durch sie bewegt wird. — So sagt der Physiolog, die Därme sind reizbarer, d. i. leichter zur Bewegung zu reizen, als der Schenkelmuskel, ohnerachtet dieser eine weit größere Last als die Muskeln der Därme fortbewegen kann.

barkeit neben einander in einem Subjekt statt finden können, und so auch umgekehrt größere Stärke und geringere Reizbarkeit. Daß dieses aber wirklich in der Natur sehr häufig statt finde, lehrt die Erfahrung. Schwächere Körper sind nicht nur empfindlicher, sondern auch insgemein reizbarer als stärkere. Ein Geruch, der auf einen starken Mann fast gar keinen Eindruck machen würde, kann einem schwächlichen hysterischen Frauenzimmer die gewaltsamsten Zuckungen verursachen, und ein unerwarteter Anblick, eine Bewegung, die jenen gar nicht angreifen kann, bei dieser eine Ursache des heftigsten Herzklopfens werden. —

7) „Der Mohnsaft vermindert das Empfin„dungsvermögen, und zugleich beraubt er den „Magen, die Därme und den Stern im Auge ih„rer Reizbarkeit. Auf das Herz wirkt er nicht, „dieses sezt seine Bewegungen noch fort, indeß die „vorhin genannten Theile schon völlig unbeweglich „sind; ja es scheint sogar der Kreislauf des Blu„tes nach dem Gebrauch des Mohnsaftes beschleu„nigt zu werden.“ — Wenn wir alle Erfahrungen, die man bisher über die Wirkung des Mohnsafts auf den menschlichen Körper angestellt hat, mit einander vergleichen, so scheint es, als ob er eine doppelte Kraft besitze, die sich durch successive Wirkungen äußert; nämlich eine die Thätigkeit der thie-

rischen Maschine vermehrende Kraft, und eine andre, welche dieselbe vermindert und unterdrükt. Daher kommt es, daß auf den Gebrauch des Mohnsafts anfangs Heiterkeit, lebhafte Geschäftigkeit aller Seelenkräfte, leidenschaftliche Bewegungen, und sogar (bei gewissen Körpern und nach sehr starken Gaben dieses Mittels) die heftigste Raserei, zu gleicher Zeit aber auch Wärme des ganzen Körpers, und beschleunigte Bewegung des Herzens und der Schlagadern folgt; nachher aber, indem die reizende Kraft nachläßt, und der schwächenden den Plaz macht, jene Erscheinungen sich verlieren, und dagegen Verdrossenheit, Trägheit, Gleichgültigkeit, Betäubung, Schlaf, Kälte und Schwäche, nebst einem matten, langsamen und aussetzenden Pulse sich einstellt — Man weis, daß die Morgenländer sich durch den beständigen Gebrauch des Mohnsafts, den sie nach und nach in sehr großer Menge vertragen lernen, heiter, munter und thätig zu erhalten suchen, und ihren Endzweck erreichen, so lange sie immerfort frischen Mohnsaft zu sich nehmen, ehe die reizende Wirkung des zunächst vorher genommenen vorüber ist; hingegen von tödendem Ueberdruß, Betäubung, und Gedankenlosigkeit befallen werden, sobald sie diese Wiederholung verabsäumen, und dem Mohnsaft Zeit lassen, seine schwächende Kraft zu äußern. Auch unter Europäern sind Beispiele einer ähnlichen

Gewohnheit nicht gar selten, und mir selbst ist ein Mann bekannt, der täglich wohl ein Loth Mohnsaft nimmt, um sich munter zu erhalten, und des Nachts mit Heiterkeit des Geistes arbeiten zu können. Die bald deutlichere bald dunklere Wahrnehmung jener doppelten Kraft des Mohnsafts scheint auch wirklich durchgängig die Regeln, nach welchen wir ihn in so ganz verschiednen Krankheiten und in ganz verschiednen Absichten geben, bestimmt zu haben. Dieses wird sehr deutlich, wenn man den von Pott empfolnen Gebrauch des Mohnsafts bei dem troknen Brande der Zehen alter Leute, ingleichen die Schmerzen, welche der Mohnsaft, äußerlich angebracht, in vielen Fällen erregt, und die reizenden zertheilenden Wirkungen, die er ebenfalls äußerlich auf kalte Geschwülste äußert, gegen die noch weit bekanntern besänftigenden und krampfstillenden Kräfte hält, welche dieses nämliche Mittel bei unzälichen Gelegenheiten unentbehrlich machen — Alle diese bisher angeführte Umstände beweisen, das überhaupt die Wirkungen des Mohnsafts auf Nervenkraft und Reizbarkeit überall gleichen Schritt halten, daß im lebendigen Körper auf den Gebrauch desselben anfangs vermehrte Thätigkeit der Nervenkraft, und beschleunigte Bewegung des Herzens und der Schlagadern, und so auch nach einer gewissen Zwischenzeit verminderte Thätigkeit der Nerven und langsamerer Kreislauf sich neben

einander und gleichzeitig einstellen. Ist also der Satz, daß der Mohnsaft das Empfindungsvermögen vermindere, und die Bewegung des Herzens beschleunige und verstärke, nur mit Einschränkung auf die successiven nicht gleichzeitigen Wirkungen des Mohnsafts, als wahr anzunehmen, so kann er auch keinesweges als ein Beweis für die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft gelten; vielmehr muß die Erfahrung, daß der Mohnsaft in gleichen Zeiträumen die Nervenkraft und Reizbarkeit entweder erhöht, oder vermindert, als ein Nebenbeweis für die Wahrscheinlichkeit des Gegentheils angenommen werden. —

Fontana's Versuche über die Wirkungen des Mohnsafts, welche ich oben übersezt geliefert habe, sind, wie ich glaube, nicht vermögend, die Meinung, welche ich hier vertheidige, zu entkräften. — Wirkt der Mohnsaft gleich nicht auf die gewöhnliche Art, wenn er unmittelbar auf bloße Nerven oder unmittelbar aufs Herz gebracht wird, und ist gleich (wovon mich doch Fontana's Versuche noch nicht ganz überzeugen) das Blut ein nothwendiges Vehikel seiner Wirksamkeit — so ist es doch unleugbar, daß auf den Gebrauch des Mohnsafts gewisse von ihm veranlaßte Veränderungen in den Nerven, und in den meisten Muskeln vorgehen; und für meine obige Behauptung ist es also am Ende ganz gleichgültig, ob diese Veränderungen

mittelbar oder unmittelbar durch den Mohnsaft hervorgebracht werden, zumal, da auch selbst Fontana gefunden hat, daß der Mohnsaft innerlich in großen Gaben eingegeben, sowohl die Kraft des Herzens als die Munterkeit des Thiers verminere. Ueberdies lernen wir durch die Versuche meines Autors in dem Kirschlorbeeröl, und in dem Weingeist, noch zwo Substanzen kennen, welche die Kraft besitzen, Empfindungsvermögen und Reizbarkeit zu gleicher Zeit zu verändern, ja sogar bei unmittelbarer Beibringung die Reizbarkeit des Herzens zu vernichten; und ob ich gleich wohl einsehe, daß man aus der gleichzeitigen, und durch einerlei Ursache bewirkten Abänderung, Erhöhung oder Verminderung zwoer Kräfte nicht geradezu auf einen gemeinschaftlichen Ursprung derselben schließen dürfe, so glaube ich doch, daß selbiger dadurch, wenn andre Gründe noch hinzukommen, einen höhern Grad von Wahrscheinlichkeit erhält. — Daß übrigens der Mohnsaft und die zulezt genannten Substanzen die Bewegung des Herzens nicht verändern, wenn sie auf die Nerven desselben, oder an das Rükmark gebracht werden, ohnerachtet im leztern Falle die übrigen muskulösen Theile ihre Reizbarkeit verlieren, das ist eine Erfahrung, welche, wie ich weiter unten zu erweisen gedenke, keineswegs den Einfluß der Nervenkraft auf die Reizbarkeit des Herzens zu widerlegen geschikt ist.

8) „Reizbarkeit und Empfindungsvermögen „beobachten nicht einerlei Verhältnisse in Ansehung ihrer verschiednen Grade. Lezteres verhält „sich wie die Größe und Naktheit der gerührten „Nerven, jene hingegen wie die Anzahl der gereiz„ten Muskelfasern. Daher kömmt es, daß die „elektrische Materie einen ungleich wirksamen Reiz „für die Muskeln abgiebt, als alle andre Sub„stanzen, weil sie vermöge ihrer Durchdringlichkeit „auch die innersten und verdektesten Fasern reizt. „Eben deswegen pflegt sich auch ein zerschnittener „Muskel so gewaltsam zu verkürzen." — Dieser Satz scheint mir, daß ich es im Vorbeigehen erinnere, nicht ganz richtig ausgedrükt zu seyn. Man kann nicht sagen, die Reizbarkeit verhalte sich wie die Anzahl der gereizten Muskelfasern, und das Empfindungsvermögen wie die Größe und Naktheit der gerührten Nerven. Denn Reizbarkeit, Empfindungsvermögen überhaupt, sind inhärirende Fähigkeiten, deren Maas in jeder einzelnen Muskelfaser, in jedem einzelnen Nerven selbst gegründet ist, und die also, an sich selbst betrachtet, durch äussere Verhältnisse nicht bestimmt werden können, wiewohl solche die Wirkungen dieser Kräfte verschiedentlich abändern, oder einschränken können. Man muß also hier die Worte Reizbarkeit (vis contractilis) und Empfindungsvermögen (vis sentiens) mit den Worten; Wirkung der Reizbarkeit oder

Zusammenziehung (contractio) und Empfindung (sensus) vertauschen — Erwägen wir, daß Nerven ein wesentlicher Bestandtheil aller Muskelfasern sind, daß sie sich bis in ihre kleinsten und innersten Fasern vertheilen, weil in jedem Punkte eines Muskels durch äußerliche Eindrücke Empfindung erregt werden kann, so müssen wir nothwendig folgern, daß jeder Reiz, der die Muskelfaser berührt, auch Nerven trift, daß er um desto mehr Nerven rühren muß, je größer die Anzahl der gereizten Muskelfasern ist, daß man folglich mit gleichem Rechte und ohne einige Veränderung des Verhältnisses sagen kann, die Wirkung der Reizbarkeit verhalte sich wie die Anzahl der gerührten Nerven; oder, sie verhalte sich wie die Anzahl der gereizten Muskelfasern. Dieses ist anschaulich in der Erfahrung, daß ein äußerlich auf einen noch lebendigen Nerven gebrachter Reiz desto stärkere und vielfachere Muskelbewegungen verursacht, je größer die Anzahl der Muskeln, und folglich der Nervenäste ist, in die sich der gereizte Nerve vertheilt. So werden, wenn man das Rükmark reizt, alle unterhalb der gereizten Stelle befindliche Muskeln krampfhaft zusammengezogen. Die elektrische Materie folgt, wie uns verschiedne neuere Versuche beweisen, der Richtung der Nerven, und eben deswegen werden durch sie auch desto mehrere Muskelfasern zur Zusammenziehung gereizt, je größer die

Anzahl der erschütterten Nerven ist. Die Wirkung der Reizbarkeit verhält sich aber auch zweitens nicht blos wie die Anzahl der gerührten Muskel- und Nervenfasern, sondern auch wie die Größe der gereizten Nerven. Es ist bekannt, daß sich die Nerven nicht nach Art der Gefäße vertheilen, sondern daß jeder einzelne Nervenfaden, der von einem Nervenstamme ausgeht, vom Ursprunge des leztern an bis in den äußersten Punkt, zu welchem der Nervenfaden gelangt, ein ununterbrochnes Ganzes ausmacht, und folglich auch die kleinsten Aeste, in die sich ein Nerve zertheilt, zusammengenommen, und neben einander in einer Fläche gedacht, eben so viel Raum als die Durchschnittsfläche ihres Nervenstamms einnehmen. Wenn also, wie ich vorher erwiesen habe, die Wirkung der Reizbarkeit eines Muskels sich verhält, wie die Anzahl der gerührten Nervenfasern, so verhält sie sich auch, wie die Größe des Nerven, der sich in dem Muskel vertheilt. — Man kann aber auch drittens behaupten, daß sich die Wirkung der Reizbarkeit eines Muskels verhalte wie die Naktheit seiner Nerven. Je mehr ein Muskel, und folglich auch seine Nerven bedekt sind, desto schwerer kann er durch äußere Reize zur Zusammenziehung veranlaßt werden. Daher kömmt es, daß ein Muskel, der, wenn er blos liegt, durch einen gelinden Hauch in Bewegung gesezt werden kann, bei dem heftigsten

Stoße

Stoße sich nicht gewaltsam zusammenzieht, wenn er noch mit den allgemeinen Bedeckungen verhüllt ist. Daher kömmt es ferner, daß die innere Fläche der Därme und die innere Fläche der Luftröhrenäste einen so großen Grad von Reizbarkeit äussern, und hingegen äußerlich sehr wenig reizbar sind. — Selbst Haller schreibt der Naktheit der Nerven an den innern Wänden der Herzhölen, die vorzügliche Reizbarkeit des Herzens zu. —

Ich glaube also erwiesen zu haben, daß die Wirkung der Reizbarkeit sich nicht minder als die Empfindung, wie Anzahl, Größe und Naktheit der gerührten Nervenfasern verhalte, daß also in der Verschiedenheit der Verhältnisse, welche nicht existirt, kein Beweis gegen die Abhängigkeit beider Erscheinungen von der nämlichen Kraft liege. Daß hingegen die Gleichheit der beiderseitigen Verhältnisse kein für sich allein hinreichender, sondern nur ein Nebenbeweis für jene Abhängigkeit sei, das gestehe ich ohne Bedenken ein.

9) „Die Zusammenziehungen der Muskeln „verhalten sich nicht wie die Schärfe der Reize, oder „wie die Empfindung, welche durch den Reiz erregt wird. Das Herz kann leichter durch eingeblasene Luft als durch mineralische Säuren zur „Zusammenziehung gereizt werden. Die Elektrizität verursacht gewaltsame Zusammenziehung der „Muskeln, ohne Schmerz zu erregen. Einige Reiz-

„mittel, z. B. die Nieswurz (Helleborus) ver„ursachen Zuckungen, welches andre viel schärfere „Dinge nicht zu leisten vermögen. Wir sehen zu„weilen, besonders in hysterischen Krankheiten, die „heftigsten Zuckungen ohne allen Schmerz, ohne „Empfindung und Bewustseyn der Kranken erfol„gen, und entblößte Muskeln eines lebendigen Thie„res ziehen sich, wenn man sie reizt, zu wieder„holten malen zusammen, ohne daß das Thier ein „Zeichen schmerzhafter Empfindung von sich giebt. „Der Krebs hingegen, die Steinschmerzen, und „andre äußerst schmerzhafte Krankheiten sind oft „mit gar keiner gewaltsamen Bewegung der Mus„keln vergesellschaftet, und in gelähmten Muskeln „pflegt sich nicht selten ein lebhafter Schmerz zu „äußern."

Diesen Beweis hat Ypey, meines Erachtens, so glücklich entkräftet, daß ich zu dem, was er hierüber gesagt hat, fast nichts hinzuzusetzen finde. „Man kann sagt er *), aus dem allen gar nichts gegen die Abhängigkeit der Reizbarkeit von den Nerven folgern. Denn es ist noch nicht erwiesen, daß nicht auch die Nerven von gewissen Reizen, besonders von einigen Giften, ohne irgend eine

*) M. s. Adolph. Ypey Obfervationes phyfiologicae de motu mufculorum voluntario et vitali Leovard. et Franeq. 1775. 8. — S. 97. f88.

schmerzhafte Empfindung sehr *heftig* gerührt wer-
den können. Pflegt nicht der Schierling, pflegt nicht bei sehr empfindlichen Personen der Geruch der Tuberosen in dem ganzen Nervensystem die heftigsten Bewegungen ohne allen Schmerz zu verursachen? Ueberdies finden wir ja bei sehr vielen empfindlichen Theilen eine nicht geringere Verschiedenheit der Wirkungen, ob ihnen gleich niemand ihre Nervenkraft abspricht. Es ist nicht zu leugnen, daß das Herz vom Anhauchen weit kräftiger als von den schärfsten Säuren gereizt wird; allein die Erfahrung belehrt uns auch, daß die Wirkung verschiedner Reize durch den Bau der Organe, welche sie treffen, bestimmt wird. Die Gehörnerven werden blos von zitternden Bewegungen der Luft gerührt, dahingegen das Licht keinen Eindruck auf sie macht: die Zungennerven sind gegen sehr viele Gerüche, und die Geruchsnerven gegen viele sehr schmakhafte Substanzen unempfindlich. Haller selbst erinnert, die Harnblase werde von lauem Wasser viel stärker als von dem scharfen Harne gereizt, und das Spiesglas, welches doch in den Augen keinen Schmerz verursacht, errege Erbrechen, weil, wie er hinzusezt, hier sehr viel auf die verschiednen Bedeckungen der Theile zu rechnen ist, durch welche einige Körper leichter als andre durchdringen können — Wenn also die Verschiedenheit der Bedeckungen bei der Harnblase und dem

Magen einen so beträchtlichen Unterschied bewirkt, warum sollte das nicht auch der Fall bei dem Herzen seyn können? Ich will nicht einmal erinnern, daß Säuren, wenn sie sehr stark sind, die Nervenenden, welche sie berühren, hart und gleichsam schwielig, und zu Fortpflanzung des Reizes untüchtig machen."

„Die Erfahrung überzeugt uns, daß die elektrische Materie die Muskeln ohne Schmerzen zur Bewegung reizt, und daß die Nieswurz heftigere Zuckungen als manche andre viel schärfere Mittel erregt. Allein die gepülverte Nieswurzel verursacht als Schnupftabak gebraucht, blos durch Mitleidenschaft der Nerven, und doch ohne schmerzhafte Empfindung, die gewaltsamsten konvulsivischen Bewegungen in allen zum Athemholen bestimmten Muskeln. Durch ekelhafte Ideen, durch Reizung des Schlundes mit dem Finger wird ohne Empfindung oder Gefühl einiger Schärfe, blos vermittelst des Zusammenhangs der Nerven Erbrechen erregt. Wenn es also wirklich viel Muskelbewegungen giebt, welche von Reizen veranlaßt werden, die ohne schmerzhafte Empfindung und ohne Schärfe wirken, — was kann uns dazu berechtigen, andern ebenfalls ohne Schmerz und Schärfe erregten Muskelbewegungen ihren Zusammenhang mit den Nerven abzusprechen?"

„Fast eben so verhält es sich mit den Zuckungen, die wir bei hysterischen Personen wahrnehmen. Diese werden insgemein durch Vorstellungen, welche das Gehirn stark angreifen, erregt, z. B. durch starkriechende Dinge, durch Erschrecken, und andre leidenschaftliche Bewegungen. Sie können uns überzeugen, daß die Nerven durch Reize, welche weder einige materielle Schärfe besitzen, noch Schmerz verursachen, sehr lebhaft gerührt werden, und dieser schmerzlosen Rührung wegen in allen Muskeln die lebhaftesten konvulsivischen Bewegungen erregen können.“

„Es läßt sich also gedenken, daß durch Reizung der Nerven, die sich in den Muskelfasern vertheilen, heftige Bewegungen bewirkt werden können, ohne daß das Thier Zeichen schmerzhafter Empfindung von sich giebt. Man kann indessen noch zweifeln, ob wirklich bei den auf solche Art verursachten Bewegungen eine gänzliche Abwesenheit des Schmerzes statt gefunden habe? denn die Reizmittel konnten nicht unmittelbar auf die Muskeln gebracht, folglich auch jene Bewegungen nicht erregt werden, wenn man nicht zuvor die Haut zerschnitten hatte, welche bekanntermasen im höchsten Grade empfindlich ist. Nun ist es aber bekannt, daß ein kleinerer Schmerz nicht empfunden wird, wenn bereits ein größerer zugegen ist. Zwar erinnert Haller, daß er, um dieser Gelegenheit zu

irren auszuweichen, bei seinen Versuchen nach Durchschneidung der Haut allezeit so lange mit Fortsetzung derselben angestanden habe, bis das Thier ruhig geworden, und dadurch zu erkennen gegeben habe, daß es von dem Schmerz der Hautwunde nichts mehr empfinde. Allein ich glaube, daß diese Vorsicht noch nicht genug Zuverläßigkeit gewähren könne: denn Hautwunden pflegen anfangs nur mäßig, in der Folge aber, wenn sich die Wundlippen allmälig entzünden, weit heftiger zu schmerzen. Und wie kann man daraus, daß das Thier zu schreien aufhört, auf gänzliche Beendigung der Schmerzen schließen, da die Ursache des Schreiens hauptsächlich in dem mit Empfindung der Wunde verknüpften Schrecken zu suchen ist? Es ist nicht selten, daß auch Menschen, in dem Augenblicke einer Verwundung, blos deswegen, weil sie erschrecken, in ein lautes Geschrei ausbrechen, ob sie gleich nachher die ungleich heftigern Schmerzen, welche sich bei Entzündung der Wunde einstellen, ganz ruhig ertragen. — Daß Krebsgeschwüre so heftige Schmerzen, und doch keine konvulsivischen Bewegungen verursachen, das ist eine Erfahrung, welche gar nichts für die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft erweisen kann, da der Krebs selten die Muskeln, ohne welche keine Bewegung durch die Nerven möglich ist, angreift."

„Eben so wenig beweist die Erfahrung, daß gelähmte Muskeln schmerzen können. Denn es sind nicht alle Nerven, die vom Hirn zu den Gliedmasen gehen, zur Bewegung der Muskeln bestimmt; und folglich läßt es sich gedenken, wie Bewegungsnerven zu ihrer Bestimmung untüchtig werden, und dem ohngeachtet andre ihr voriges Empfindungsvermögen beibehalten können — Könnte überdies jener Beweis darthun, daß Empfindungsvermögen und Reizbarkeit nicht von einer Kraft abhängen, so würde er auch beweisen, daß Empfindung und willkührliche Bewegung nicht in einer Grundkraft gegründet sind, ein Satz, dessen Widersinnigkeit wohl jedermann fühlen wird" *).

*) Ich muß gestehen, daß ich mit diesem lezten Theile der Openschen Widerlegung nicht ganz zufrieden bin. Wie man darauf hat verfallen können, Bewegungsnerven und Empfindungsnerven als zwo von einander ganz abgesonderte Gattungen anzusehen, das ist freilich sehr begreiflich, besonders, wenn man bedenkt, daß es fast unumgänglich nothwendig war, diese Meinung zu ergreifen, wenn man die beliebte Hypothese vom Nervensaft aufrecht erhalten wolte — wiewohl auch diese Stütze nicht gar zu fest zu seyn scheint. Allein ich fürchte, daß die Gründe, mit welchen man den innern und wesentlichen Unterschied der Bewegungs- und Empfindungsnerven vertheidigt hat, wirklich nicht so überzeugend sind, als man sich vielleicht geschmeichelt hat. — Es geschieht sehr oft, sagt man, daß zu derselbigen Zeit, da sich innere Eindrücke vom Gehirn aus, in einen Nervenzweig fortpflanzen, in denselben auch äußere sinnliche Eindrücke gemacht

Wenn also überhaupt die empfindbare Schärfe eines Reizes nicht als das Maas seiner Wirksamkeit in Rüksicht auf das Nervensystem angenom-

werden, die durch ihn aufwärts zu seinem Ursprung im Gehirn fortgepflanzt werden. Da nun die Fortpflanzung beider Eindrücke zu gleicher Zeit in entgegengesezter Richtung geschieht, und doch ihre beiderseitigen Wirkungen in ihrem Fortgang vom und zum Gehirn, ohne sich zu hindern erfolgen, so läßt sich nicht gedenken, daß dieses geschehen könnte, wenn jede Nervenfaser eben so wohl zur Empfindung als zur Bewegung bestimmt wäre, und es ist daher warscheinlich, daß von allen Nervenfasern, woraus jeder einzelne Nerve besteht, einige bestimmt sind, empfangne Eindrücke blos aufwärts, andre hingegen, dieselben blos abwärts nach den äußern Theilen fortzupflanzen. Diese Meinung erhält selbst dadurch nicht wenig Gewicht, daß ihr auch Herr Unzer, einer der scharfsinnigsten Physiologen, in seinen ersten Gründen einer Physiologie der thierischen Natur §. 126 fgg. beigetreten ist. Ich bemerke indessen dagegen 1), daß, insofern sich keine Wirkung einer Substanz in die andre ohne Zurükwirkung denken läßt, auch nothwendig bei jeder Bewegung, welche durch einen vom Hirn abwärts fortgepflanzten Eindruck hervorgebracht wird, ein Zurükwirken in den Nerven aufwärts gegen das Hirn, und so auch bei jeder Empfindung äußerer Eindrücke, welche durch ununterbrochne Wirkung des Nerven aufwärts nach dem Gehirn fortgepflanzt werden, ein in absteigender Richtuug erfolgendes Zurükwirken in den Nerven statt finden muß, wenn auch gleich im ersten Falle keine mit Bewußtseyn verknüpfte Empfindung, und im leztern keine sichtbare Bewegung daraus entspringt, oder wenn auch eines unterwegs sich entgegenstellenden Hindernisses wegen die durch das Zurükwirken verursachte Bewegung in den Nerven, den Endpunkt ihrer Richtung nicht

men werden kann, so kann auch der Erfahrungssatz, daß sich die Zusammenziehung der Muskeln nicht wie die Schärfe der Reize, oder wie die durch

erreichen kann. 2) Daß wir bei jeder willkührlichen Bewegung, wenn sie auch noch so gering ist, bei genauer Aufmerksamkeit eine Empfindung in uns wahrnehmen, welche mit der Idee der Bewegung in eins zusammenfließt, und deren Unabhängigkeit von dem Nerven, welcher die Bewegung verursacht, sich auf keine Art erweisen läßt. 3) Daß wir uns der Veränderungen, welche in unsern willkührlich bewegten Theilen vorgehen, nicht *blos* durch Gesichtsideen bewust werden, (welches alsdann statt finden müsse, wenn die Nerven, durch welche die Bewegung erregt wird, blos in absteigender nicht in aufsteigender Richtung wirksam wären), denn auch blindgeborne werden sich der Veränderungen bewust, welche in ihren willkührlich bewegten Theilen erfolgen. 4) Daß wir auch das Maas der Kraft, die wir zur Bewegung unsrer Muskeln gebrauchen, nicht genau bestimmen könnten, wenn nicht die nämlichen Nerven, welche die Bewegung hervorbringen, auch den der Kraft entsprechenden Eindruck der dadurch verursachten Wirkung, aufwärts nach dem Hirn fortpflanzten. Dieses erhellet selbst aus der Erfahrung, welche wir alsdann machen, wenn wir uns bei Vorausbestimmung der anzuwendenden Muskelkraft blos durch Gesichtsideen leiten lassen. Jedermann kennt die unangenehme gleichsam zurükprallende Empfindung, welche entsteht, wenn wir eine Last, deren Bewegung uns dem Augenmaaße nach, eine starke Anstrengung der Muskelkraft zu erfordern schien, für dieses Maas der angewendeten Kraft zu leicht finden. 5) Daß wir die *willkührliche Erschlaffung* gewisser Muskeln, derjenigen vornämlich, welche keine Antagonisten haben, nicht ohne irgend eine rükgängige Bewegung in den nämlichen Nervenfasern, welche die Verkürzung der Muskeln verur-

den Reiz verursachte Empfindung verhält, die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft keinesweges erweisen. Hieraus folgt denn auch zu

sachten, erklären können. Ich werde vielleicht die Wahrheit dieser Behauptung, die ich für jezt nicht weitläuftiger erörtern darf, bei einer andern Gelegenheit zu beweisen suchen. 6) Daß wir, wenn absteigende und aufsteigende Fortpflanzung des empfangenen Eindruks getheilte Verrichtungen verschiedner Nervenfasern sind, nicht begreifen können, wie der auf einen einzigen Punkt eines frisch ausgeschnittenen Muskels, und folglich auf das Ende irgend einer in dem Punkte des Muskels befindlichen Nervenfaser angebrachte Reiz den ganzen Muskel in Bewegung setzen könne. Dieses läßt sich in dem gegebnen Falle, wo sich in dem abgeschnittenen Nerven kein Punkt findet, in welchem bewegende, und aufwärts wirkende Nervenfasern zusammentreffen, schlechterdings nicht gedenken, ohne eine rükgängige Bewegung in dem gerührten Nerven, durch welche der Reiz den übrigen Nerven- und Muskelfasern mitgetheilt wird — folglich in einerlei Nerven Fähigkeit zu absteigender und aufsteigender Fortpflanzung des Eindrucks anzunehmen. Aus diesen hier angeführten Gründen glaube ich, die Existenz eines wahren und wesentlichen Unterschieds zwischen Bewegungs- und Empfindungsnerven bezweifeln und annehmen zu können, daß überhaupt alle Nerven äußerliche Eindrücke bis zum Gehirn fortzupflanzen fähig sind, wenn nicht ein zufälliges Hinderniß eintritt, und daß alle einzelne Fasern derjenigen Nerven, welche sich in Muskeln verbreiten, in successiven Wirkungsmomenten, empfangne Eindrücke sowohl in absteigender als in aufsteigender Richtung fortpflanzen können — Ich glaube daher nicht, daß man um schmerzhafte Empfindungen in gelähmten Muskeln zu erklären, seine Zuflucht zu einer Verschiedenheit der Empfindungs- und Bewegungsnerven zu nehmen braucht, denn auch ohne diese

gleicher Zeit, daß das Maas der Wirksamkeit eines Reizes einzig kein andres, als seine Wirkung auf das Nervensystem ist; ein Satz, der meines Erachtens mit demjenigen, was ich oben von dem Maas der Reizbarkeit gesagt habe, vollkommen harmonirt.

Mit Uebergehung desjenigen Beweises für die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft, den Haller von den besondern Eigenschaften

kann in einem und demselben Nerven das Vermögen einen empfangnen Eindruck abwärts bis zu einem bestimmten Orte fortzupflanzen verloren gehen, und dennoch das Vermögen einen Eindruk aufwärts bis zum Sitze der Empfindung zu leiten, immer noch vorhanden seyn; weil die verschiedne Richtung doch am Ende nur eine zufällige Modifikation der Nervenkraft abgiebt, Empfindung und Bewegung aber nur zwo verschiedne Aeußerungen derselben Kraft sind, welche von verschiednen — in Ansehung des Nerven äußerlichen — Bedingungen abhängen. Ueberdies giebt auch die Erfahrung, daß gelähmte Muskeln durch elektrische Erschütterung zu konvulsivischer Zusammenziehung genöthigt werden können, einen deutlichen Beweis an die Hand, daß bei der Lähmung muskulöser Theile sehr oft nur ein Hinderniß zwischen den äußersten Nervenfäden und dem Gehirn vorhanden sei, welches die Fortpflanzung des im Gehirn auf den Nerven gemachten Eindruks zu den in den Muskelfasern vertheilten feinsten Nervenfäden, nicht geschehen läßt, ohnerachtet diese Nervenfäden dabei sowohl das Vermögen äußerliche Eindrücke zum Gehirn zu leiten, als auch eine blos auf den Umfang des Muskels und unmittelbare äußerliche Reize eingeschränkte Bewegungskraft beibehalten können. H.

des Herzens hergenommen hat, (und zu dessen Prüfung ich einen eignen Aufsatz bestimmt habe), werde ich mich nunmehr zu Untersuchung der drei Hauptbeweise, durch welche Fontana darzuthun gesucht hat, daß die Nerven keinen Einfluß auf die Bewegung der Muskeln haben.

Der erste (S. 66.) ist dieser; „Wäre der Nervensaft die wirkende und hervorbringende Ursache der Muskelbewegung, so würden die Muskeln allezeit zusammengezogen bleiben, so oft die Bewegung des Nervensafts eben so stark oder noch stärker als diejenige wäre, welche die erste Zusammenziehung bewirkte. Dieses erhellt aus dem Begrif der wirkenden Ursache."

Ich sehe mich genöthigt, hier etwas von dem Unterschiede, den Fontana zwischen wirkender und erregender Ursache macht, zu sagen, da er auf diesen die ganze Beweiskraft seines Schlusses zu bauen scheint. Es hat seine Richtigkeit, daß in dem Begrif der wirkenden Ursache, der Begrif einer alleinigen Zulänglichkeit, und des Vermögens, so lange sie sich selbst gleich bleibt, eine bestimmte Wirkung hervorzubringen, wesentlich enthalten ist. Allein hiebei ist zu erinnern, daß wir hier von endlichen Ursachen reden, und daß schon der Ausdruck, bestimmte Wirkung, Einschränkung der Dauer und Intensität mit einschließt. Es wird folglich die wirkende Ursache, wenn gleich das Maas ihrer

Kraft unverändert bleibt, in Rüksicht auf jene bestimmte Wirkung hinreichend und wirkend zu seyn aufhören, so bald der Gegenstand ihres Wirkens sich dergestalt verändert, daß seine zurükwirkende widerstrebende Kraft der auf ihn wirkenden überlegen wird. Diese in der Physiologie und Erfahrung gegründete Wahrheit hat, allgemein ausgedrükt, ein so gelehrtes und tiefsinniges Ansehen, daß ich es nicht wage, sie durch Beispiele zu profaniren, und in ihrer natürlichen Naktheit darzustellen. —

Eine erregende Ursache ist diejenige, welche Thätigkeit der wirkenden Ursache veranlaßt. Sie ist also blos die äußerliche Bedingung, unter welcher jene Thätigkeit erfolgt, aber an sich selbst eben deswegen unzureichend, die Wirkung hervorzubringen, welche durch Thätigkeit der wirkenden Kraft erfolgt. Sie hört bei unverändertem Maase ihrer Kraft auf, erregende Ursache zu seyn, wenn die Fähigkeit der wirkenden Kraft durch sie erregt zu werden, verloren geht.

Man erlaube mir nun, nach dieser Bestimmung, alle Umstände, welche bei der Reizbarkeit in Betrachtung kommen, auf allgemeine Begriffe von Ursachen und Wirkungen zu reduziren, wobei ich freilich metaphysische Terminologie nicht vermeiden kann, aber mich deswegen, wie ich glaube, theils mit der Verwirrung der Begriffe, die so oft die ganze Lehre von der Reizbarkeit dunkel gemacht hat,

theils mit meines Autors Beispiele entschuldigen kann.

Die Fähigkeit der Muskelfasern, sich, wenn sie gereizt werden, zusammenzuziehen, ist die Reizbarkeit.

Die wirkende Ursache der Zusammenziehung ist die Muskelkraft, oder, (wie ich hier indessen als erwiesen voraussetze) die Nervenkraft, in sofern sie mit der Muskelfaser vereinigt ist.

Das Werkzeug, durch und in welchem die wirkende Ursache ihre Thätigkeit äußert, ist der organische Bau der Muskelfaser.

Die erregende Ursache ist der auf die Nerven- und Muskelfasern wirkende Reiz, er mag nun äußerlich unmittelbar auf sie gebracht werden, oder durch eine Seelenwirkung am Ursprung des Nerven entstehen.

Die Wirkung, welche unter Einwirkung des Reizes von der wirkenden Ursache hervorgebracht wird, ist die Zusammenziehung des Muskels.

Der Gegenstand der Wirkung ist die zu bewegende Last.

Die Endursache die Bewegung der Last.

Ich glaube durch diese Bestimmung der Worte allen Misverständnissen vorgebeugt zu haben, die sonst vielleicht bei dem, was ich über die Fontanaschen Beweise zu sagen habe, statt finden könnten.

Sezt man zu dem Schlusse: wenn die Nervenkraft *) die wirkende Ursache der Muskelbewegung ist, so müssen die Muskeln beständig zusammengezogen bleiben, so oft die Einwirkung der Nervenkraft gleich stark bleibt, oder noch stärker als bei der ersten Zusammenziehung ist, — die Einschränkung hinzu, so lange Werkzeug und Gegenstand ihrer Wirkung sich gleich bleibt: so ist nichts dagegen einzuwenden. Da aber diese Bedingung in sehr vielen Fällen nicht statt findet, so läßt es sich erklären, wie die Nervenkraft an sich selbst und allgemein genommen die wirkende Ursache der Zusammenziehung des Muskels seyn, und dennoch unter veränderten äußerlichen Umständen in einzelnen Fällen aufhören kann, ihre gewöhnliche Wirkung hervorzubringen. Es wird also ein Muskel nicht mehr zusammengezogen werden können: 1) wenn die von dem innern Bau des Ner-

*) Ich habe durchgängig den Ausdruck Nervenkraft zu vermeiden gesucht, weil ich der Hypothese, daß die Kraft der Nerven an eine feine in Kanälen bewegte Flüßigkeit gebunden sei, nicht beitreten kann, und doch keinen Beruf für jezt bei mir fühle, dieses Idol vieler physiologischer Systeme zu bestürmen. — Die Existenz einer Nervenkraft kennen wir aus ihren Wirkungen, wenn gleich ihr Vehikel uns unbekannt ist — und es verändert also hier nichts in der Hauptsache, wenn man Nervenkraft oder Nervensaft nennt.

ven abhängende Kraft desselben vernichtet ist 2) wenn der organische Bau der Muskelfasern, in welche sich der Nerve einverleibt, zerstört, oder so verändert ist, daß er nicht mehr Werkzeug der wirkenden Nervenkraft seyn kann, 3) wenn die erregende Ursache oder der Reiz mangelt, wodurch die Nervenkraft in Thätigkeit gesezt wird. 4) wenn der Widerstand der zu bewegenden Last zu gros ist, und die Thätigkeit der Kraft aufhebt, oder doch unmerklich macht. Eben so hört eine Uhr auf sich zu bewegen, wenn die Feder springt, wenn sie ausser Verbindung mit dem Räderwerke gesezt wird, wenn sie nicht aufgezogen wird, oder wenn die Räder unmittelbar gehemmt werden. — Da aber ferner jeder Muskel nur zu gewissen Arten bestimmter, d. i. auf gewisse Grade von Stärke, Richtung und Dauer eingeschränkter Bewegungen geschikt ist, so muß auch die ihn bewegende Kraft gewisse Gränzen haben, welche sie nicht überschreitet; denn Wirkung ist bei sonst gleichen Umständen allezeit das Maas der wirkenden Kraft. Es wird daher ein Muskel Abgang an Stärke und Dauer seiner Bewegung, vornehmlich alsdann leiden, wenn entweder die in und durch ihn wirkende Nervenkraft vermindert wird, oder, wenn, bei unverändertem Grade ihrer innern Wirkungsfähigkeit, entweder ihr Werkzeug, der organische Bau der Muskelfaser verändert, oder ihre Rezeptivität für Einwir-

kung

kung gewisser erregender Ursachen oder Reize verringert, oder die Wirksamkeit und Quantität des Reizes selbst vermindert wird. Derjenige Fall unvollkommner Muskelwirkungen, wo selbige von dem überwiegenden Widerstande der zu bewegenden Last fruchtlos gemacht werden, gehört eigentlich nicht einmal hieher, weil die Bewegung einer unverhältnißmäsigen Last natürlicherweise außer den Gränzen der bestimmten Kraft eines Muskels liegt.

Auf diese allgemeinen Bedingungen, so wie auch auf den Satz, daß die Muskelkraft überhaupt auf gewisse Grade der Intensität und Dauer eingeschränkt ist, beziehen sich auch die Gesetze der Reizbarkeit, welche mein Autor festgesezt, und im ersten Theile erläutert hat. — Wir wollen nun sehen, wie sich die Erfahrungen, die er zu Festsetzung seines ersten Beweises gegen die Abhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft angewendet hat, mit dem, was ich so eben gesagt habe, vereinigen lassen.

„Das Herz erschlaft nach der Zusammenzie„hung, selbst dann, wenn es noch mit Blut an„gefüllt ist — wenn nach Unterbindung der gro„ßen Venenstämme, Herzhölen und Vorkammern „von Blute ausgedehnt sind. Gleichwohl dauert „hier der Reiz des Blutes fort, und die Nerven „leiden noch mehr als gewöhnlich, nicht blos von dem „einfachen Drucke, sondern auch von dem gewalt-

„samen Stoße und der Friktion des angehäuften „Blutes. Die Nerven sind also nicht die wirkende „Ursache der Muskelbewegung, weil ihre Wirkung „nicht in gleichem Verhältniß mit der Ursache zu„nimmt, und sogar, wenn leztere allzusehr überhand „nimmt, ganz und gar vernichtet wird.“

Bei dem Herzen ist die erregende Ursache, das Blut, zu gleicher Zeit der Gegenstand der Wirkung, oder die Last, welche durch die Zusammenziehung fortbewegt werden soll. Der Widerstand, den diese Last der Kraft, welche sie fortzubewegen strebt, entgegensezt, ist im natürlichen Zustande gegen die Kraft selbst so abgewogen, daß er von ihr überwunden werden kann. Sind aber die Venenstämme unterbunden, so muß nothwendig das vorige Verhältniß wegfallen, weil alsdann der Kraft des Herzens nicht blos das in ihm befindliche Blut, sondern auch das neu hinzugekommene Hinderniß in den verschloßnen Venen widerstrebt, und folglich der Widerstand der Last weit größer als die Kraft, mithin auch diese gänzlich unfähig zu wirken wird. Die erregende Ursache, der Reiz des Blutes, wird, da dieses an sich selbst in der verschloßnen Herzhöle an Reizkraft und Menge unverändert bleibt, gar nicht vermehrt, mithin auch durch selbiges die wirkende Kraft auf keine Weise erhöhet. Eine Kraft, die an sich selbst nicht verstärkt wird, und dennoch einen ihr bestimmtes Maas von Thätigkeit weit übersteigenden Widerstand findet, muß nothwendig zu

wirken — wenigstens sichtbar zu wirken — aufhören; und Abwesenheit sichtbarer Thätigkeit nennen wir Ruhe. Es kann also offenbar der von Fontana angeführte Versuch keinen Beweis gegen den wirksamen Einfluß der Nerven auf die natürliche Bewegung der Muskeln und des Herzens abgeben. Er beweist blos 1) was Fontana selbst als ein Gesetz der Muskelbewegung festgesezt hat *), daß Ausdehnung und gewaltsamer Druck Verlust der Muskelkraft nach sich ziehen, 2) daß die nämliche Kraft, welche im natürlichen Zustande das Herz zur Zusammenziehung fähig machte, dieses nicht vermag, wenn das Verhältniß zwischen ihr und der zu bewegenden Last so verändert wird, daß sie selbst keinen, und leztere einen das gewöhnliche Maas weit übersteigenden Zuwachs erhält. Es geschieht also bei jenem Versuche eben das, was sich in einigen Krankheiten des Herzens ereignet, wo durch polypöse Gewächse in den Herzhölen oder Schlagadern, durch Verengerung oder Verknöcherung der großen Schlagader, durch Zerreisung oder Verknöcherung ihrer Klappen, durch Wassersucht des Herzbeutels oder der Brusthöle ꝛc. der Widerstand vermehrt, und die Ausleerung des Herzens erschwert wird. Hier steht die wirkende Kraft in umgekehrtem Verhältnisse mit

U 2

*) S. 35, fgg. S. 52. fgg.

dem Widerstande und Drucke der fortzubewegenden Last; daher wird der Puls seltner und aussetzend, und das Herz zu einer oft ungeheuern Größe ausgedehnt: dahingegen das Herz immer desto reizbarer ist, und sich desto lebhafter ausleert, je kleiner der innere Raum seiner Hölen in Verhältniß mit der Dicke und Kraft der Herzwände ist, und je mehrere Munterkeit und Nervenkraft das Thier dabei besizt.

„Man mag das Herz oder andre Muskeln „auch noch so heftig reizen, so kann man es doch „nicht so weit bringen, daß sie nur einen Augenblick „länger zusammengezogen bleiben. Wenn die Ner„ven die wirkende Ursache der Zusammenziehung „sind, wenn sie schon ein gelinder Druck in Thätig„keit sezt, wie kommt es, daß sie bei Verstärkung „und anhaltender Einwirkung des Reizes die Mus„keln nicht zusammengezogen erhalten können?“ Ich antworte hierauf, daß zwar bei Verstärkung des Reizes die Thätigkeit der Nervenkraft zuweilen vermehrt werden kann, daß aber diese Vermehrung, so wie auch die Dauer der Thätigkeit, gewisse Gränzen hat, die sie nicht überschreiten kann. Daher wird auch der Ueberschuß der Dauer, der Stärke, und der Menge des Reizes, keine größere und anhaltendere Zusammenziehung veranlassen können, als die Nervenkraft ihrer Einschränkung zufolge bewirken kann. — Dieser Saz ist meines Erachtens so klar, daß ich kaum hinzuzusetzen brauche, daß

alle Erfahrungen ihn bestätigen, die Fontana als Beweise seines ersten und zweiten Gesetzes der Reizbarkeit aufgeführt hat.

Der zweite Hauptbeweis meines Autors gegen die Abhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft ist folgender: „Wäre der Nervensaft die „wirkende Ursache der Reizbarkeit, so müßte sich „ein kaum erschlafter Muskel sogleich wieder zusammenziehen, und so immerfort zwischen Erschlaffung und Zusammenziehung abwechseln“ *).

Da zur Fortdauer der Muskelbewegung Wiederholung des Reizes, und unveränderte Beschaffenheit der wirkenden Kraft und des Werkzeuges derselben erfordert wird, so muß, wo eine von diesen Bedingungen fehlt, die Bewegung aufhören; denn Bewegung ohne Antrieb, Bewegung ohne Kraft ist ein Unding. Im Augenblicke der Erschlaffung wirkt noch der Widerstand der bewegten Last auf die Nerven zurück, (denn keine Bewegung ist ohne Reaktion) und zugleich fällt der Reiz weg, der zuvor ihre abwärts erfolgende Thätigkeit veranlaßte; Ursach genug, der Muskelbewegung ein Ende zu machen. Durch die natürliche Erschlaffung könnten die Nerven zu neuer Zusammenziehung des Muskels gereizt werden, wenn nicht gerade durch sie die gekrümmten Fasern wieder in ihre

*) S. 70.

natürliche Lage und in den Zustand der Ruhe zurükkehrten, in welchem kein Druck statt findet, da alle Fasern, die zuvor angeschwollen und nach Verhältniß hart waren, nunmehr flach und weich werden. — Man sieht offenbar, daß Fontana bei jenem Beweise, ohne sich es selbst bewust zu seyn, von einer dunkeln Vorstellung der Aehnlichkeit der Muskelkraft mit der Elastizität, die er sonst allenthalben und mit Recht verwirft, irre geleitet worden ist. Ich übergehe seinen dritten Beweis, weil er ebenfalls durch dasjenige, was ich über den zweiten gesagt habe, widerlegt wird. Er sezt noch am Ende hinzu, daß bei Fröschen die Fähigkeit der Muskeln sich bei Einwirkung eines unmittelbar auf sie gebrachten Reizes zusammenzuziehen, weit später verloren gehe, als ihre Fähigkeit, sich bei Reizung des zu ihnen gehenden Nervenastes zusammenzuziehen. Kann aber nicht der Bau der Nervenäste, in welchem ihre Kraft gegründet ist, sich in dem innern des Muskels, wo sie von Zellgewebe u. s. w. geschüzt und bedekt sind, länger erhalten, als in ihrem blosliegenden abgeschnittenen Nervenstamm, wo Luft, Austrocknung u. s. w. den innern Bau verändert, und seine Kraft vernichtet? Macht doch auch das Kirschlorbeeröl die Nerven unfähig, die Zusammenziehung der Muskeln, wenn die benezte Stelle gereizt wird, zu bewirken, ohne jedoch diese Fähigkeit unterhalb der beneztem Stelle zu vertilgen.

## II.

## Ueber die wirkende Ursache der Bewegung des Herzens.

Die Frage: welches ist die wirkende Ursache der Bewegung des Herzens? steht mit derjenigen, von welcher mein erster Aufsatz handelt, in so genauer Verbindung, daß ich sie hier unmöglich ungeprüft lassen kann, ohne mich dem gerechten Vorwurf auszusetzen, daß ich einen der wichtigsten Beweise für die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft, mit Stillschweigen übergangen hätte.

Die Ursache der Bewegung des Herzens, sagen einige, ist der auf selbiges wirkende Reiz. Hiedurch wird, wie man sieht, offenbar nur entschieden, was die erregende Ursache dieser Bewegung, nicht, aber was die wirkende Ursache derselben sei. Auf diese allein bezieht sich obige Frage, welche mit andern Worten ausgedrükt, so lautet: was bewirkt die Zusammenziehung des Herzens, wenn selbiges gereizt wird? oder: welches ist die Kraft, die in dem Herzen wohnt, und es fähig macht, bei Einwirkung eines Reizes sich zusammeznuziehen?

„Das Herz ist ein Muskel, sagt man, und folglich ist seine Bewegung, wie bei allen Muskeln, die

Wirkung einer eigenthümlichen Kraft der Muskelfaser, welche von der Nervenkraft unabhängig ist. Es giebt aber überhaupt zweierlei Muskeln im thierischen Körper; willkührliche und unwillkührliche. Jene können vermittelst der Nerven, welche alsdann die erregende Ursache abgeben, nach Willkühr von dem Thier bewegt, und die Bewegung derselben beschleunigt, langsamer gemacht, oder gehemmt werden. Sie stehen allezeit dem Willen zu Gebote, so lange das Thier lebt, und ihr Zusammenhang mit dem Gehirn durch die Nerven nicht unterbrochen ist, und werden nie Muskeln unwillkührlicher Bewegung, wenn sie auch noch so lange Zeit ohne Bewußtseyn des Thiers bewegt worden sind. Ganz anders verhält es sich mit den Muskeln der unwillkührlichen Bewegung, zu welchen das Herz, die Muskeln der äußern Zeugungstheile, des ganzen Darmkanals, des Harnblasengrunds, der Venen- und Schlagaderstämme, der Augenstern, und die kleinen unsichtbaren Schliesmuskeln der Milchgefäße und der kleinsten Hautgefäße zu rechnen sind. Alle diese sind dem Willen nicht unterworfen, können auch zu keiner Zeit und durch keine Uebung willkührliche Muskeln werden. Ueberhaupt aber sind die Muskeln der unwillkührlichen Bewegung in einem höhern Grade und anhaltender reizbar, und werden sehr leicht durch einen gelinden Reiz zur Zusammeuziehung veranlaßt. Die der willkührlichen Bewegung hingegen sind min-

der reizbar, auch ist ihre Bewegungsfähigkeit von kürzerer Dauer; daher bedürfen sie der Einwirkung der Seele oder eines stärkern äußern Reizes, von welchem leztern sie sogar gegen den Vorsatz der Seele zur Zusammenziehung genöthigt werden können."

Ich muß hier, in so fern die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft als erwiesen vorausgesezt, und die allgemeinen Beweise für selbige auf das Herz angewendet werden, auf dasjenige verweisen, was ich in meinem ersten Aufsatze hierüber gesagt habe. Nur also ein paar Worte über die Bestimmung der Begriffe, die man mit den Ausdrücken, willkührliche und unwillkührliche Muskeln verbindet *).

Die Erfahrung ist gegründet, daß einige Muskeln dem Willen unterworfen sind, andre nicht, oder, mit andern Worten, daß auf den Vorsatz der Seele diese oder jene Muskeln zu bewegen, bei einigen Muskeln wirklich die gedachte Bewegung erfolgt, bei andern aber auch bei dem lebhaftesten Bestreben nicht zur Wirklichkeit kommt. Allein man würde unrichtig schließen, wenn man deswegen behaupten wollte, daß die Seele in keiner Verbindung mit den Muskeln der unwillkührlichen Be-

*) Der Kürze wegen habe ich oft statt Muskeln der willkührlichen Bewegung, der unwillkührlichen Bewegung, willkührliche und unwillkührliche Muskeln gesezt, ohngeachtet diese leztern Ausdrücke eigentlich nicht ganz richtig sind.

wegung stehen, und die Nerven keinen wirksamen Einfluß auf selbige haben könnten: denn nicht jede Einwirkung der Seele auf ihren Körper hängt von einem ausdrüklichen Vorsatze derselben ab. Nimmt man das System des physischen Einflusses an, so muß man auch zugestehen, daß alle in der Seele erregte Empfindungen, selbst diejenigen, welche ohne Bewußtseyn sind, nicht blos leidend von ihr aufgenommen werden; daß folglich die Seele auf das Sensorium, welches ihr die Empfindung überliefert, zurükwirken muß — denn ohne diese Voraussetzung sind uns tausend Erscheinungen in der thierischen Natur unerklärlich. Mit dieser Zurükwirkung ist aber nicht nothwendig ein Vorsatz verknüpft, denn sie könnte sonst nicht allezeit, nicht bei bewußtlosen Vorstellungen, nicht bei gleichgültigen Ideen, nicht im Schlafe u. s. w. erfolgen. Es ist demnach nicht jede Einwirkung der Seele auf ihren Körper willkührlich, aber auch nicht jede Bewegung eines unwillkührlichen Organs deswegen von der Seele unabhängig, weil sie unwillkührlich ist, und nicht durch einen Vorsatz der Seele hervorgebracht wird. Deutlicher beweisen uns dieses die Veränderungen, welche die Triebe und Leidenschaften der Seele in der Bewegung der unwillkührlichen Muskeln verursachen, und von welchen ich weiter unten noch einiges erinnern werde. Wir kennen kein andres Organ der äußern Seelenwirkungen als die Nerven; und so lange wir also hie-

bei stehen bleiben müssen, so lange muß auch wohl der Satz die höchste Wahrscheinlichkeit für uns behalten; daß die Veränderungen in den Organen der unwillkührlichen Bewegung, welche auf gewisse Veränderungen der Vorstellungskraft folgen, durch die von der Seele besonders modifizirten Nerven jener Organe hervorgebracht werden müssen.

Aus dieser Erklärung folgt also, daß Muskeln der willkührlichen Bewegung diejenigen sind, deren Bewegung durch den Vorsatz der Seele bewirkt werden kann; Muskeln der unwillkührlichen Bewegung aber diejenigen, deren Bewegung zwar durch gewisse Veränderungen der Seele, vermittelst der Nerven, verschiedentlich modifizirt, aber nicht durch den Willen der Seele hervorgebracht werden kann. —

Ob man überhaupt annehmen könne, daß die Muskeln der unwillkührlichen Bewegung in einem höhern Grade reizbar seien, als die willkührlichen, das ist eine Frage, die eigentlich nicht zu meinem Hauptzwecke gehört, überhaupt aber nach dem, was Fontana darüber S. 120. gesagt hat *) nicht zu voreilig bejahet werden darf.

Die Beweise, welche man überhaupt für die Unabhängigkeit der Herzbewegung von der Nerven-

*) Vergl. mit dem, was ich im ersten Aufsatz über die verschiedenen Grade der Reizbarkeit geäußert habe.

kraft anführt, gründen sich theils auf den obgedachten Unterschied zwischen willkührlicher und unwillkührlicher Bewegung, theils auf einige besondre Erfahrungen. Ich will hier vier derselben, auf welche sich, wie mich dünkt, alle übrige Beweise beziehen, der Reihe nach prüfen.

1. „Ohne Einwirkung der Seele können die Nerven keine Bewegung der Muskeln des lebendigen thierischen Körpers hervorbringen. Die Seele hat keinen Einfluß auf die Herznerven, sonst würde sie die Bewegung des Herzens nach Gefallen beschleunigen, langsamer machen, hemmen und wiederherstellen können. Folglich muß auch die Bewegung des Herzens von den Nerven unabhängig seyn."

In Ansehung des ersten Satzes muß ich meine Leser hier wiederum auf den vorhergehenden Aufsatz verweisen, wo ich wahrscheinlich zu machen gesucht habe, daß die Nerven eine für sich bestehende Kraft besitzen, welche in ihrer Verbindung mit der Seele nur verschiedentlich als Empfindungs- und Bewegungsvermögen erscheint. Ist diese eigenthümliche Wirksamkeit der Nerven nicht unwahrscheinlich, wird sie vielmehr durch einige dort angeführte Beobachtungen bestätigt, so läßt sich meines Erachtens kein Grund gedenken, warum nicht die Nerven auch unabhängig von thätiger Einwirkung der Seele unter verschiednen Bedingungen ihre Kraft für sich allein äußern, und Veränderungen in dem Körper hervorbringen könnten.

Was den zweiten Satz anbelangt, so folgt daraus, daß die Seele keine willkührliche Herrschaft über das Herz hat, und dessen Bewegung nicht unmittelbar nach Gefallen verändern kann, keineswegs, daß die Seele nie einigen Einfluß auf diese Bewegung haben, und selbige folglich nicht von Nerven abhängen könne. Dieses erhellt theils aus demjenigen, was vorhin erinnert worden, daß Unfähigkeit zu willkührlicher Bewegung den Einfluß der Seele und der Nervenkraft nicht ganz ausschließt, theils aus der täglichen Erfahrung, welche uns belehrt, daß der Wein die Bewegung des Herzens beschleunigt, indem er zugleich auf das Sensorium wirkt, und die Empfindungen lebhafter macht, daß gewisse Leidenschaften, der Zorn, die Freude, die Liebe u. s. w. die Bewegung des Herzens beschleunigen und verstärken, andre hingegen, z. B. die Furcht und die Traurigkeit selbige langsamer machen und schwächen. Jedermann schreibt die Veränderungen, welche hier mit der Bewegung des Herzens vorgehen, den geistigen Veränderungen zu, und dieses zufolge eines Vernunftgesetzes, nach welchem wir Dinge, die wir allezeit auf einander folgen sehen, als Ursache und Wirkung zu betrachten pflegen. Ein Gesetz, das zwar nicht ohne alle Ausnahme überall gültig ist, aber doch auf gegenwärtigen Fall angewendet, so viel wahres hat, daß wir uns genöthigt sehen, den Wein, die Leidenschaft u. s. w. als die Bedin

gung, als die gelegenheitliche oder erregende Ursache zu betrachten, ohne welche in jedem einzelnen Falle die Bewegung des Herzens keine Abänderung erlitten haben würde.

Wir werden also hier allemal auf eine Abhängigkeit der veränderten Bewegung des Herzens, von der geistigen Veränderung, die in der Seele vorgeht, geführt, und da eine actio in distans sich nicht denken läßt, und die Nerven das einzige uns bekannte Mittel der Gemeinschaft zwischen der Seele und den Theilen des Körpers sind, so müssen wir nothwendig annehmen, daß die Beschleunigung der Herzbewegungen ꝛc. welche auf gewisse leidenschaftliche Bewegungen der Seele folgt, durch Zwischenwirkung der Nerven hervorgebracht werde.

Man sage nicht, daß in diesen Fällen die heftige Bewegung verschiedner Gliedmasen, welche den Ausbruch gewisser Leidenschaften zu begleiten pflegt, den Zufluß des Blutes nach dem Herzen verstärke, und so durch die schnellere Succession des Reizes, den das Blut in den Herzhölen verursacht, die Bewegung des Herzens beschleunigt werde. Auch ein verbißner Zorn, stille Erwartung und Freude, welche sich durch keine äußerlichen Bewegungen äußert, beschleunigt die Bewegung des Herzens, und zwar nach Verhältniß weit mehr, als es die heftigste körperliche Bewegung thun würde. Im Gegentheil wird der Puls eines Furchtsamen nicht blos dann, wenn ihn seine Leiden-

schaft starr und unbeweglich macht, klein seyn, sondern auch dann, wenn er mit größester Behendigkeit und Anstrengung der Kräfte, dem gefürchteten Gegenstand zu entfliehen sucht.

Nach dem was ich hier gesagt habe, wird, wie ich glaube, der Einwurf kein großes Gewicht mehr haben, daß jene Veränderungen der Bewegung des Herzens, welche auf leidenschaftliche Bewegungen folgen, nicht mit, sondern sogar gegen den Willen der Seele sich ereignen. Es steht in unsrer Gewalt, sagt Haller *), keinen Wein zu trinken, uns mit vernünftigen Grundsätzen gegen Kränkungen zu wafnen; sind aber die Nerven einmal durch Wein oder Zorn in Bewegung gesezt, so kann die Seele eben so wenig als bei völliger Ruhe und Besinnung der schnellern Bewegung des Herzens Einhalt thun. Wir können Leidenschaften vorbeugen, aber nicht den körperlichen Veränderungen, welche mit ihrem wirklichen Ausbruch verknüpft sind." — Bei der aufrichtigsten Ehrfurcht gegen den großen Haller kann ich diesen Einwurf doch eben so wenig treffend finden, als ich etwa diesen finden würde, daß das Wahrnehmen der Gesichts- oder Gehörideen keine Seelenwirkung seyn könne, weil wir bei ofnen Augen und Ohren die sinnlichen Eindrücke des Lichts und des Schalles nicht vorsetzlich zu hindern vermögen. Jener

*) Elem. Physiol. L. XI. S. III. §. 7.

Einwurf beweißt nur so viel, daß die Seele keinen unmittelbaren und uneingeschränkten, sondern einen mittelbaren und auf gewisse Bedingungen eingeschränkten Einfluß auf die Bewegung des Herzens habe. Auch unter den Organen der willkührlichen Bewegung giebt es Beispiele solcher Einschränkungen. Manche Leute können z. B. das rechte Augenlied nicht ohne das linke verschließen, und wenige können den kleinen Finger beugen, ohne zugleich den vierten Finger zu krümmen; eine Bewegung, welcher doch gleichwohl die Vertheilung der Muskeln um nichts mehr entgegen zu stehen scheint, als der alleinigen Krümmung des Mittelfingers, welche den meisten möglich ist.

Diesem allen zufolge kann also die Unmöglichkeit einer willkührlichen Veränderung der Herzbewegung nicht die Unmöglichkeit des thätigen Einflusses der Nervenkraft auf das Herz beweisen. Es lassen sich aber noch verschiedne andre positive Beweise für diese Einwirkung der Nervenkraft auf das Herz anführen. Bei Ohnmächtigen wird das stillstehende Herz wieder in Bewegung gesezt, wenn man ihnen starke flüchtige Gerüche an die Nase bringt, oder die Nasennerven mit einer Feder kützelt. Eben dieses geschieht auch nicht selten bei neugebornen todscheinenden Kindern, die noch nicht geathmet haben, und bei welchen durch jene Mittel sehr oft noch vor dem ersten Athemzug die Bewegung

wegung des Herzens erneuert wird; wo man also nicht etwa denken kann, daß erst durch die Bewegung des Zwerchfells, und das darauf erfolgende tiefe Einathmen das Herz zu neuer Bewegung gereizt werde. Die Sonnenwärme erregt im Frühjahr die Bewegung des während des Winterschlafs fast erstarrten Herzens, auch bei solchen Thieren, die keine Lungen haben, deren Ausdehnung beim ersten Athemholen man etwa sonst diese Erneuerung der Bewegung zuschreiben möchte; auch nicht etwa durch Aufthauung oder Ausdehnung des Blutes, denn es ist bekannt, daß die Temperatur dieser Thiere während des Winterschlafs sich immer gleich bleibt. — Die Elektrizität erweckt ohnmächtige Thiere aus dem Todesschlummer, und stellt die Bewegung des Herzens wieder her. — Der matte und gesunkne Puls in bösartigen Krankheiten, nach heftigen Blutausleerungen, hebt sich oft sehr schnell und merklich, wenn man dem Kranken nur einen Schluck Wein giebt, wenn man ihn nur mit Wein oder Weinessig wäscht, oder ihn daran riechen läßt, und das offenbar weit geschwinder, als die wenigen von den Blutgefäßen aufgenommenen geistigen Theilchen in unmittelbare Berührung mit dem Herzen kommen könten.

In diesen und tausend andern Fällen werden offenbar Nerven verschiedner Theile durch äußere Reize gerührt; und läßt sich die Mittheilung dieser

Reize wohl auf andre Art als durch Mitleidenschaft der Herznerven — oder, wenn man keine eigentliche Mitleidenschaft der Nerven annehmen will, anders, als durch gleichzeitige Rührung des Ursprungs der Herznerven im Sensorium gedenken?

Ist aber auf diese Art, wie ich glaube, mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit erwiesen, daß die Nervenkraft in gewissen Fällen eine schnellere Bewegung des Herzens bewirken, und die Schwächung der ersten eine schwächere Bewegung des Herzens nach sich ziehen kann, so wird es wahrscheinlich, daß auch die gewöhnliche Bewegung des Herzens von der Nervenkraft abhängen müsse. Denn wir sind berechtigt zu vermuthen, daß eine Kraft, welche eine größere Wirkung hervorzubringen im Stande ist, auch die kleinere zu leisten fähig seyn müsse, und daß eine Wirkung, welche in eben dem Verhältnisse abnimmt, in welchem eine gewisse mit ihr zugleich existirende Kraft abnimmt, dieser Kraft zu ihrem Daseyn nicht entbehren könne.

2. „Die Bewegung des Herzens hört nicht gleich auf, wenn man seine Nerven unterbindet oder zerschneidet; folglich kann sie nicht von den Nerven abhängen."

Man hat hier den Unterschied nicht bedacht, welcher zwischen dem Herzen und andern Muskeln statt findet. Das Herz ist ein holer Muskel, und nimmt das Blut, welches der Reiz, die erregende Ursache seiner Bewegung ist, *in seine innern Hölen*

auf. Dieser Reiz wirkt also in Rüksicht auf die Muskelfasern, durch einen äußern Eindruck, folglich eben so wie bei andern Muskeln, die sich zusammenziehen, wenn man sie nach Unterbindung ihrer Nerven mit Nadeln reizt. Wie wenig aber diese leztere Erscheinung für die Unabhängigkeit der Reizbarkeit von der Nervenkraft erweise, das habe ich in meinem vorhergehenden Aufsaz dargethan. Es kann also auch die Erfahrung, daß die Bewegung des Herzens nach Unterbindung seiner Nerven nicht aufhört, nur soviel beweisen, daß diese Bewegung ohne Empfindung, ohne Zusammenhang der Herznerven mit dem Gehirn, noch eine Zeitlang fortdauern, folglich nicht willkührlich seyn könne, nicht aber, daß sie ohne Einwirkung der Nervenkraft geschehe. Man leere aber zuvor alles Blut aus dem Herzen aus, man unterbinde die großen Venen, und dann unterbinde man erst die Nerven, so wird man sehen, daß sich das Herz so wie alle andre Muskeln verhält, und nur durch äußerliche Reize zur Zusammenziehung wird veranlaßt werden können. Alles, was ich hier gesagt habe, läßt sich auch, wie ich glaube, auf andre hole Muskeln der unwillkührlichen Bewegung anwenden.

3. „Durch Reizung der Herznerven und des Rükmarks wird die Bewegung des Herzens nicht beschleunigt, wie bei andern Muskeln doch zu geschehen pflegt, folglich kann die Bewegung des Her-

zens nicht von der Nervenkraft abhängen. Ich will hier eben so wenig als bei dem zweiten Beweise mich auf Versuche berufen, die das Gegentheil zu beweisen scheinen; theils weil die Anzahl derselben nicht gar gros ist, theils weil der Vorsatz und die Erwartung des Beobachters nur allzuoft auf das was er zu sehen glaubt, einen merklichen Einfluß hat, und so auf beiden Seiten die einander widersprechenden Resultate der Versuche nicht selten gleich verdächtig macht. Ich nehme es als ausgemacht an, daß die Reizung der Herznerven die Bewegung des Herzens nicht beschleunige, ein Phänomen, das in der That ein fast unüberwindlicher Beweis gegen die Abhängigkeit der Herzbewegung von der Nervenkraft zu seyn scheint, aber sich doch vielleicht mit ihr vereinbaren läßt — Bei andern Muskeln, deren Nerven man unterbunden hat, erfolgt keine Bewegung, wenn man ihre Nerven über der Unterbindung mit Nadeln u. s. w. reizt, wohl aber, wenn man über der Unterbindung den Nerven durch elektrische Funken erschüttert. Hat vielleicht die Natur vorsetzlich ein solches Hinderniß in die Herznerven, da, wo sie in die Muskelsubstanz des Herzens gehen, gelegt, welches sie zu Fortpflanzung gewöhnlicher äußerer Reize bis zum Herzen ungeschikt macht, aber ihrer Kraft in dem Herzen selbst nichts benimmt, und auch in gewissen Fällen, z. B. bei Leidenschaften, von sehr starken innern Reizen, ohngefähr auf eben die Art, wie in

jenem Falle die Unterbindung von der elektrischen Materie überwunden wird? Sind vielleicht die Nervenknoten, die sich sowohl an den Ursprüngen der innern Herznerven, als überhaupt in allen Nerven der unwillkührlichen Bewegung finden, eine solche Scheidewand, welche die Gränzen der sich selbst überlaßnen und der dem Willen und Empfindungsvermögen untergeordneten Nervenkraft bezeichnet *)? Oder ist vielleicht die Bewegung des Herzens, wie Herr Unzer muthmaset **), eine mittelbare Nervenwirkung gewendeter äußerer sinnlicher Eindrücke, und würden deswegen vielleicht die Versuche, die man bisher mit Reizung der Herznerven angestellt hat, anders ausfallen, wenn man die vornehmsten Nerven des Herzens über, nicht unter den Knoten bände oder zerschnitt, und an ganz verschiednen Stellen reizte? — Doch ich vergesse, daß mein Endzweck war, eine Hypothese zu bestreiten, nicht eine andre an ihre Stelle zu setzen — Gesezt auch, daß es auf keine Art möglich wäre, die Erfahrung, daß die Herzbewegung durch äußere mechanische Reizung der Herznerven nicht beschleunigt wird, mit einiger Gewisheit aus der besondern Beschaffenheit dieser Nerven zu erklären, so glaube ich doch immer, daß diese Erfahrung bei weiten

*) Es ist dieses Johnstons Meinung, die er in s. Essay on the use of the ganglions of the nerves. Shrewsbury 1771. angenommen, und Herr Pfeffinger in s. Diss. I. de Structura nervorum. Strasb. 1782. sehr gründlich gegen Hallers Zweifel vertheidigt hat.

**) in s. Physiol. der thier. Nat. §. 515. 516.

nicht so viel gegen den von innern Reizen abhängigen Einfluß der Nervenkraft auf das Herz beweist, als die unläugbaren Veränderungen der Herzbewegung, welche auf leidenschaftliche Bewegungen der Seele folgen, für denselben beweisen.

4. „Das Herz bewegt sich schon, und ist reizbar in dem ersten belebten Keim des künftigen Thiers, zu einer Zeit, wo noch keine Spur vom Gehirn zu bemerken ist. Es kann folglich entweder die Bewegung des Herzens ohne Einfluß der Lebensgeister ins Herz, oder die Absonderung der Lebensgeister und ihr Umlauf ohne die thierische Verrichtung des Herzens geschehen.“

Da sich dieser Beweis auf die Voraussetzung der Hypothese vom Nervensaft, und seiner Absonderung aus der Blutmasse gründet, so kann er denjenigen nicht widerlegen, der diese Hypothese aus guten Gründen verwirft. Er sezt aber auch zweitens die Zeugung aus präexistirenden Keimen als erwiesen voraus, und kann also von dem nicht für gültig angenommen werden, der die Zeugung durch den Bildungstrieb erklärt. Ich weis indessen nicht, ob dieser Beweis selbst alsdann überzeugend seyn könnte, wenn die Absonderung eines Nervensafts aus der Blutmasse, und die Zeugung aus präexistirenden Keimen wirklich über allen Zweifel erhoben wären. Denn reichen unsre Beobachtungen wohl so weit, daß sie uns von dem, was in dem unbefruchteten Keim, so lange er in dem Eierstock ent-

halten ist, vorgeht, hinlängliche Rechenschaft gesben könnten? Ist er nicht alsdenn noch blos ein organischer Theil des weiblichen Körpers, und muß er nicht eben deswegen so wie alle andre Theile des Körpers ein von dem Ganzen abhängiges Leben haben? Muß er also nicht erhalten und ernährt werden, und läßt sich dieses ohne Gefäße und Nerven denken? Gefäße und Nerven, die dann freilich nur noch Theile der Mutter, aber doch zur künftigen Entwickelung und zur selbstständigen Existenz des Thiers als Bedingung nothwendig sind. Und enthält der unbefruchtete Keim alle Theile des künftigen Thiers im kleinen, muß er nicht dann auch die organischen Grundanfänge des Gehirns und der Nerven für alle einzelnen Theile enthalten? Sind aber die Nerven Kanäle, so müssen es auch doch wohl ihre ersten organischen Grundanfänge seyn, und folglich auch schon Flüßigkeiten enthalten; so muß dem Punkte, aus dem sich künftig das Herz entwikkeln soll, schon Nervensaft aus der Blutmasse der Mutter — oder woher man sonst will — abgeschieden, zufließen. — Ist es überdies erweislich, daß der Nervensaft (wenn er anders existirt) blos im Gehirn, nicht auch in einzelnen Nerven abgeschieden werden könne? Und kann man endlich bei der Unmöglichkeit, alle diese Fragen zu beantworten, die Unabhängigkeit der Bewegung des Herzens von der Nervenkraft auf die Präexistenz dieser Bewegung im befruchteten Keime gründen?

## III.

## Etwas über die Frage: Ob sich die Herzhölen bei der Zusammenziehung ganz ausleeren, und ob etwas von dem ausgetriebnen Blute wiederum in selbige zurükkehre?

Fontana hat verschiedne Gründe angeführt, um zu beweisen, daß sich das Herz bei der Zusammenziehung nicht alles Bluts entledige, und daß im Erschlaffen desselben allezeit ein Theil des Bluts aus den Schlagadern in die Herzhölen zurükkehre *). Man erlaube mir, diese Gründe hier in möglichster Kürze zu prüfen.

1. „Die große Schlagader, sagt er, ist immerfort mit Blut angefüllt, und die Klappen werden daher, indem sie sich vor ihre Oefnung breiten, die in ihr enthaltne Blutsäule durchschneiden müssen. Und zwar wird hiebei nicht nur das von den Klappen zurükgetriebne Blut, sondern auch noch überdies neues Blut, und zwar nicht in geringer Menge aus den Schlagadern in das Herz zurükkehren. — Die an den Wänden der Schlagadern ausgebreiteten Klappen werden blos durch den Druck des zurükkehrenden Blutes wieder aufwärts getrieben, und daher wird alles Blut, was bereits bis zur Höle der ausgebreiteten Ränder der Klappen gekommen ist, durch die Schlagadern nach dem Herzen zurükeilen, und in der ganzen Zeit, welche

*) M. s. oben S. 87. fgg.

die Klappen anwenden, um sich ganz vor die Oeffnung der Schlagadern zu schließen, wird immer neues Blut zurükfließen."

Dieser Erklärung setze ich folgende Sätze entgegen:

1) Ist die Schlagader immerfort mit Blut angefüllt, so hat das Herz bei jeder Zusammenziehung nicht nur den Widerstand des in seinen Hölen befindlichen Bluts, sondern auch die Blutsäule, welche in der Schlagader zunächst über den mondförmigen Klappen steht, zu überwältigen. Seine Kraft ist bei völliger Lebenskraft des Thiers wirklich hinreichend dieses zu bewerkstelligen. Die Kraft und Geschwindigkeit, mit welcher das Blut in den Kanal der Schlagader getrieben wird, muß also viel größer seyn, als die Kraft und Geschwindigkeit, mit welcher die Schlagader, vermöge ihrer Elastizität, ihrer Muskelfasern, und ihrer konischen Figur das Blut zurükzutreiben sucht, und sie muß sich, so wie alle mitgetheilte Bewegungskräfte, in dem Blute noch eine Zeitlang, nachdem das Herz seine Zusammenziehung vollendet hat, erhalten können. Nach der Gewalt zu urtheilen, mit welcher das Blut aus einer zerschnittenen Schlagader bei der Diastole derselben herausspringt, kann jener Zeitraum, in welchem das zulezt aus dem Herzen in die Schlagader getriebne Blut seine mitgetheilte Kraft — seine Centrifugalkraft, um mich so auszudrücken — behält, unmöglich kleiner seyn, als derjenige, welcher zwischen der gänzlichen Zusammenziehung und der folgenden gänzlichen

Ausdehnung des Herzens verfließt, und so fällt also auch die Möglichkeit weg, daß das in der Schlagader rükwärts getriebene Blut früher zu den erschlaften Herzhölen kommen könnte, als sie dasjenige, welches aus den Vorkammern von neuem zufließt, ausdehnen kann.

2) In demselben Augenblicke, da das Herz sich ganz ausgeleert hat, erschlaft es, und wird sogleich wieder von dem Blute ausgedehnt, das die entgegenwirkenden Vorkammern des Herzens in die Herzhölen treiben. Dieses geschieht selbst in sterbenden Thieren, weil überhaupt die Vorkammern des Herzens ihre Bewegungskraft länger als die Herzhölen behalten. Es kann also auch deswegen kein Blut aus den Schlagadern in die Herzhölen zurükfließen, oder von den mondförmigen Klappen in selbige getrieben werden, weil dem auf diese Art zurükkehrenden Blute dasjenige entgegensteht, welches im Augenblick der Erschlaffung aus den Vorkammern in die Herzhölen tritt, und selbige ausdehnt.

3) Durch das in dem Moment der Erschlaffung aus den Vorkammern in die Herzhölen dringende Blut, werden die Klappen, die sich zwischen diesen beiden befinden (valvulae mitrales und tricuspidales), einwärts in die Herzhölen getrieben, und vor die Oefnungen der Schlagadern gebreitet und angedrükt. Sie verhindern also in dieser Lage nicht nur, daß das Blut nicht unmittelbar aus den Vorkammern in die Schlagadern übergehen

kann, sondern, in sofern das Blut sie inwendig unterstüzt, und fest an die Schlagaderöfnungen andrükt, in so fern sind sie auch geschikt, den Rükfluß des Blutes aus den Schlagadern zum Herzen zu verhüten. — Würde also auch durch die mondförmigen Klappen, indem sie von den Wänden der Schlagader zurükweichen, und sich der Oefnung derselben am Herzen wieder nähern, ein Theil der Blutsäule abgeschnitten, so könnte selbiger doch höchstens nicht weiter, als in den kleinen Raum dringen, der sich zwischen den Klappen und der Schlagaderöfnung am Herzen befindet, welcher aber blos in der Systole des Herzens, in so fern selbiges alsdann die mit ihm verbundne Schlagader mehr anzieht und dehnt, merklich seyn kann. Nun aber hört dieses Dehnen der Schlagader, indem das Herz erschlaft und sogleich von dem Blute ausgedehnt wird, wieder auf, es kann also auch alsdann kein merklicher Raum zwischen dem Herzen und den Klappen übrig bleiben, und folglich muß auch das Blut, welches die Klappen von der ganzen Blutsäule abgeschnitten hat, wieder über sie zurück gegen den Kanal der Schlagader gehn, weil es vorwärts keinen Raum für sich findet. Der ganze Bau und die Vertheilung dieser Klappen scheint diese Meinung zu begünstigen.

Diese drei Säze, die ich hier erläutert habe, sind, wie ich glaube, hinlänglich zu beweisen, daß weder das Blut, welches die Klappen während ihrem Zurükweichen von den Wänden der Schlagadern,

von der ganzen in leztere getriebnen Blutsäule abschneiden, noch auch etwas von demjenigen, welches die Schlagadern durch ihre Gegenwirkung während der Schließung der Klappen zurüktreiben, in das Herz, während der Erschlaffung seiner Hölen dringen kann. Man hat sich dieses offenbar nur deswegen als möglich vorstellen können, weil man sich zwischen dem Ende der Zusammenziehung des Herzens und dem Anfang seiner Ausdehnung durch das aus den Vorkammern neu zufließende Blut eine Zwischenzeit gedachte, die doch in Rüksicht auf die natürliche Bewegung des Herzens nur in der Einbildung existirt. In solchen Fällen, wo der Zufluß des Blutes aus den Vorkammern in die Herzhölen gehemmt ist, wo die Klappen zwischen den Vorkammern und den Herzhölen verknöchert sind, u. s. w. kann freilich eine solche Zwischenzeit, eine Erschlaffung des Herzens ohne Ausdehnung bestehen, und in diesen Fällen allein, oder auch, wenn die mondförmigen Klappen der großen Schlagadern zerrissen sind, ist es möglich, daß ein Theil des Blutes aus den Schlagadern in die Herzhölen zurükfließen kann.

2 „Wenn man, sagt Fontana, in die vorher unter den Schlagadern durchstochne große Schlagader, Wasser einsprizt, so fließt ein Theil desselben, so lange die Klappen noch nicht verschlossen sind, zurük, und durch die Oefnung unter den Klappen heraus."

Dieser Versuch kann nicht beweisen, daß im natürlichen Zustande aus den Schlagadern Blut ins Herz zurükfliesen könne, denn er wurde nach dem Tode, oder

doch bei völliger Leerheit des Herzens, und also zu einer Zeit angestellt, wo das Herz erschlaft, aber nicht von Blut ausgedehnt war, und mithin kein Widerstand da war, der das Eindringen des Wassers ins Herz hätte verhindern können. Anders verhält es sich aber, wie ich oben erwiesen habe, im lebendigen Körper, wo das Herz gleich nach der Ausleerung wieder durch das Blut der Vorkammern ausgedehnt wird. Eben so wenig kann auch der folgende Versuch beweisen, der ebenfalls mit einer toden Schlagader angestellt wurde, und also, wenn man mit einiger Aufmerksamkeit ihn prüft, gar nicht mit dem, was im lebenden Thiere geschieht, in Vergleichung gebracht werden kann.

3 Fontana's Einwurf, daß man aus der blassen Farbe des zusammengezognen Herzens bei kaltblütigen Thieren, und im bebrüteten Ei, nicht auf die gänzliche Ausleerung des Herzens schließen dürfe, beweißt nichts gegen diese leztere, sondern nur soviel, daß die Substanz des zusammengezognen Herzens zuweilen während der Zusammenziehung eine röthere Farbe zeigen könne, weil sich alsdann seine Fasern und Gefäße einander mehr nähern. Auch Hallers neuere Versuche scheinen diesen Einwürfen sehr glüklich zu begegnen *).

4 Der innere Bau des Herzens, die Vertiefungen, Furchen und Hervorragungen an den innern Wänden der Herzhölen machen es wahrscheinlich, daß sich das Herz nicht alles Blutes bei der Zusammenziehung entledigen, und also etwas Blut in jenen Ver-

*) In der neuen Ausgabe der Elem. Physiol. T. II. p. 262.

tiefungen zurükbleiben könne." Dieses würde geschehen, wenn sich nicht in der Systole alle äußere und innere Fasern des Herzens gleichförmig zusammenzögen, und wenn nicht auf diese Art alle innere Hervorragungen sich einander nähern, und folglich in dem Augenblick der Zusammenziehung alle Vertiefungen wegfallen und ausgeleert werden müsten. Gesezt aber auch, diese Vertiefungen blieben sich immer gleich, so würden sie nur einmal — wenn man will, bei der ersten Anfüllung der Herzhölen im lebendigen Thiere — mit Blut ausgefüllt werden, und dieses nachher, eben weil diese Vertiefungen immer sich selbst gleich blieben, immerfort in ihnen zurükbleiben müssen. Und was würde aus diesem nie ausgeleerten, nie erneuerten Blute werden? Würde nicht eben das geschehen, was in solchen Fällen, wo das Herz sehr geschwächt ist, und sich nicht ganz zusammenzieht, und oft in den lezten Augenblicken geschieht? Ich meine, müste nicht der gerinnbare Theil des Blutes in jenen Vertiefungen gerinnen, und so den Grund zu Polypen legen, deren Wurzeln man wirklich nie in den innern Erhabenheiten, sondern allezeit in den innern Vertiefungen der Herzwände findet?

5 Das Herz ist nie ganz blutleer, wenn man auch die Lungenvenen unterbunden, in die große Schlagader gleich beim Ursprung der Klappen, um die Rükkehr des Blutes zu verhindern, geschnitten, und das Herz sodann zu widerholten malen zur Zusammenziehung gereizt hat." (M. s. oben S. 99.) Kann

man diesen Versuch, wo eine ganz gleichförmige Zusammenziehung des Herzens nicht bewirkt werden kann, wo des innern Reizes zu wenig ist, mit dem, was bei der Bewegung des Herzens im gesunden Thiere geschieht, vergleichen? Kann nicht das Blut, welches nach der Zusammenziehung zurükbleibt, aus den mittlern und kleinern Venen des Herzens (Venae cordis innominatae & minimae) kommen? Ist aber dieses, so kommt freilich auch wohl im lebendigen Thiere durch die Mündungen dieser Venen Blut ins Herz, aber erst in demselbigen Augenblicke, wo die Zusammenziehung vollendet ist, und das Herz von neuem durch das aus den Vorkammern zufließende Blut ausgedehnt wird: denn es giebt, wie oben erinnert worden, keine wahre Zwischenzeit zwischen dem Ende der Zusammenziehung und der Ausdehnung des Herzens. Das aus den Herzvenen eingedrungne Blut wird also auch in der unmittelbar folgenden Zusammenziehung samt dem von den Vorkammern zugeführten Blute ausgetrieben. „Denn leerte sich das Herz „in der Systole nicht ganz aus, so würde es sich doch „immer so weit verengern müssen, daß jedesmal nicht „mehr Blut, als in der ersten Zusammenziehung zu„rükbleiben könnte.“ Es würde also in diesem Falle nur einmal in dem ganzen Leben des Thieres Blut in dem Herzen zurükbleiben, und zwar unverändert und unerneuert. — Und was würde aus diesem Blute werden? — „Bliebe aber auch jedesmal nur „ein Tropfen, oder 10 Tropfen in zehn Zusammen-

Bayerische Staatsbibliothek München

„ziehungen zurük, so müßte, da der leztern auf einen „Tag gegen 100000 kommen, eine so ungeheure Menge Blutes zurükbleiben, daß das Herz selbiges zu „fassen gar nicht im Stande wäre. So oft daher das „Herz wegen Verknöcherung der Schlagadern, wegen „knochenartiger Gewächse oder Polypen im Herzen „selbst, wegen Verengerung oder Verknöcherung der „Schlagadern sich nicht ganz ausleeren kann, so oft „wird es auch durch die innere Anhäufung des Blutes „zu einer ungeheuern Größe ausgedehnt" *).

Ich erinnere noch zum Schlusse; daß die gänzliche Ausleerung des Herzens in der Systole eben so wenig gegen die Unabhängigkeit der Herzbewegung von der Nervenkraft beweißt, als das Zurükbleiben einiges Blutes bei der Systole — wenn es erweislich wäre — für dieselbe streiten könnte, wie Fontana zu befürchten scheint. Eine Erinnerung, welche ich hier um desto weniger weitläuftig zu erläutern nöthig finde, da sie schon durch dasjenige, was ich in meinem ersten Aufsatze bei Festsetzung der Ursachen und Bedingungen der Muskelkraft angemerkt habe, hinlänglich bestätigt wird.

*) Haller Elem. Physiol. L. IV. S. IV. S. 263. der n. Ausg.

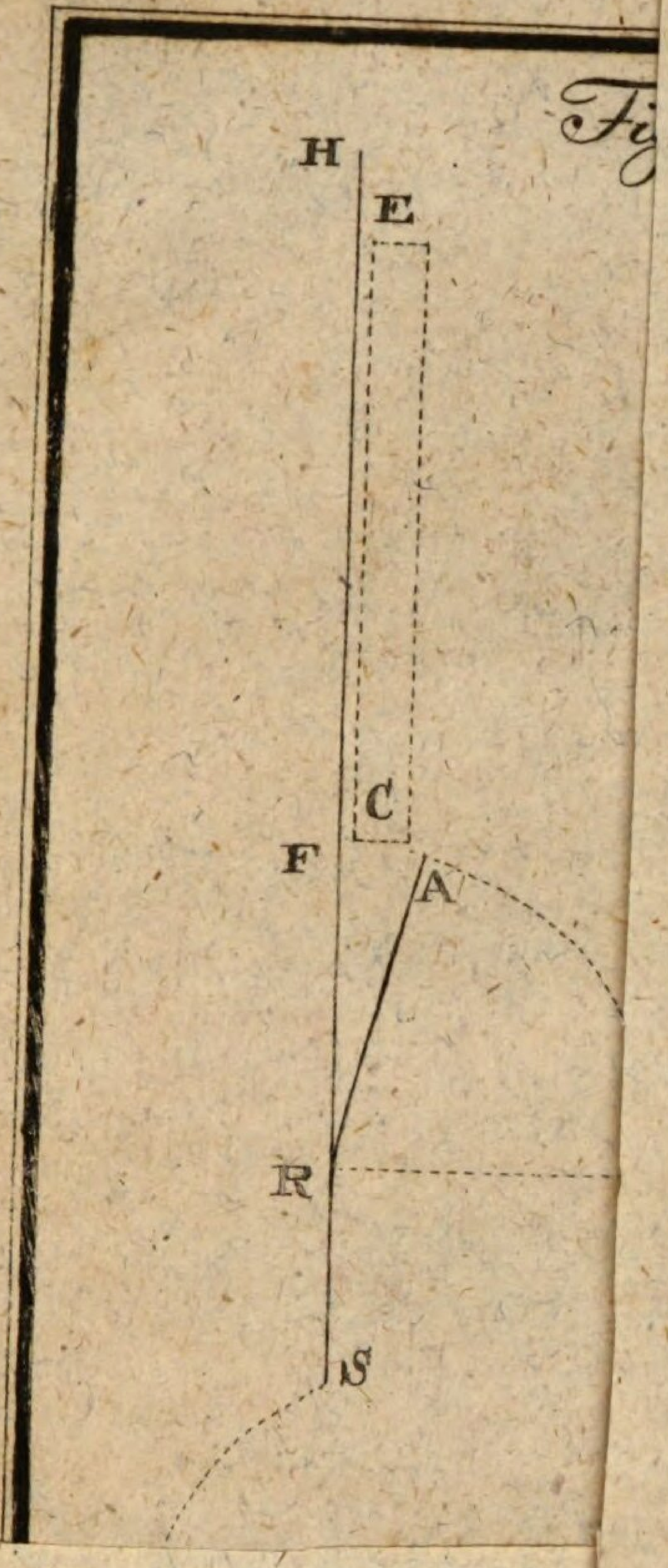
---

'Tis with our judgments as our watches; none
Go's just alike, but each believes his own.

POPE

---

Bayerische
Staatsbibliothek
München




Fig

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Fontana, Felice, / Hebenstreit, Ernst Benjamin Gottlieb, / Endner, Gustav Georg

Felix Fontana's Beobachtungen und Versuche über die Natur der thierischen Körper Aus dem Italiänischen nebst einem Auszuge aus dessen französischen Werke über das Viperngift und einigen eigenen physiologischen Aufsätzen

Leipzig 1785

Zool. 163
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10307191-2
VD18 10215042